





Probably taken from a publication of the "Académie des Sciences de Paris" – "Grand Prix des Sciences Physiques pour 1846" *

RECHERCHES ANATOMIQUES
ET PHYSIOLOGIQUES
SUR LE DÉVELOPPEMENT DU FOETUS,
ET EN PARTICULIER
SUR L'ÉVOLUTION EMBRYONNAIRE
DES OISEAUX ET DES BATRACIENS,

PAR MM. A. BAUDRIMONT ET G. J. MARTIN SAINT-ANGE.

18 plates

* GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES POUR 1846.

L'Académie des sciences a remis au concours la question suivante:

« Déterminer, par des expériences précises, quelle est la succession « des changements chimiques, physiques et organiques, qui ont lieu « dans l'œuf pendant le développement du fœtus chez les oiseaux et les « batraciens. »

Les concurrents devront tenir compte des rapports de l'œuf avec le milieu ambiant naturel; ils examineront, par des expériences directes, l'influence des variations artificielles de la température et de la composition chimique de ce milieu.

L'Académie désire que, loin de se borner à constater dans les diverses parties de l'œuf la présence des principes immédiats que l'analyse en retire, les auteurs fassent tous leurs efforts pour constater, à l'aide du microscope, l'état dans lequel ces principes immédiats s'y rencontrent.

Les concurrents auront aussi à examiner pour les œufs d'oiseaux leur incubation dans divers gaz; pour ceux des batraciens, leur développement dans des eaux plus ou moins chargées de sels, plus ou moins aérées.

INTRODUCTION.

L'étude de la formation et du développement des êtres organisés a de tout temps excité l'intérêt des anatomistes et des physiologistes ; mais c'est depuis quelques années seulement que les recherches d'ovologie comparée ont plus vivement fixé l'attention sur cette haute et importante question, qui se rattache aux plus profonds mystères de la vie. Ce n'est pas, en effet, sans un sentiment d'admiration qu'on voit des organes en apparence si simples revêtir, degré par degré, sous l'influence d'une force organisatrice, des formes nouvelles, et produire des êtres de plus en plus parfaits, jusqu'à l'homme enfin, ce chef-d'œuvre de toute création. *Cet intérêt*, qui n'a été qu'une simple curiosité pour les anciens observateurs, occupés plutôt de la comparaison de l'embryon et du fœtus avec l'adulte, que des premiers changements organiques qui s'opèrent au commencement de toute création, est devenu bien puissant de nos jours. Aussi l'Académie ne se borne pas à demander les divers degrés d'évolution embryonnaire; ce travail, que nos contemporains surtout ont si largement esquissé, quoique imparfait encore sur plusieurs points, n'a besoin en réalité que d'être perfectionné. Il n'en est pas de même de la question proposée; elle est entièrement neuve, hérissée de difficultés et d'une tout autre importance, puisqu'elle consiste, non plus à faire la description exacte d'un organe déjà en voie de métamorphose, mais bien à faire connaître la nature, la disposition, la forme des éléments qui doivent constituer ces organes; le rapport des molécules primitives, provenant des souches vivantes, mais restées inertes et point aptes à la reproduction, jusqu'au moment de la fécondation, phénomène vital qui entraîne seul la succession des changements que nous avons à déterminer. Bien que la science ne possède que



fort peu de chose relativement à la question que nous avons à traiter, nous allons indiquer rapidement tout ce qui a rapport à ce sujet, avant d'entrer en matière.

En tenant compte des travaux entrepris sur la formation des animaux, nous voyons que déjà Aristote s'occupait du développement du poulet, mais seulement au point de vue particulier de la zoologie. Fabrice d'Aqua-Pendente a donné la description assez détaillée des enveloppes du fœtus. Harvey, le premier, dit que tout animal provient d'un œuf, et, par cette idée si hardie, il a infiniment contribué à préparer la voie à ses successeurs. Malpighi suivit à l'aide du microscope, qui n'avait pas encore été employé pour des recherches anatomiques, les premiers développements du poulet, sans toutefois tenir compte des modifications qui se passent dans les parties constituant les organes. De Graaf découvrit le premier la vésicule qui porte son nom, et suivit les premières formations du lapin, toujours au point de vue du développement des organes. Needham s'attacha plus particulièrement à l'étude des enveloppes de l'œuf des mammifères et de l'homme; il distingua le premier la vésicule ombilicale et fit de curieuses observations sur le placenta. Vers la fin du XVII[e] siècle et le commencement du XVIII[e], on vit paraître les travaux remarquables de Duverney, de Rouhaut, de Méry, de Winslow, etc. Boerhaave et Morgagni parlèrent en faveur de la méthode de Malpighi que Ruysch croyait pouvoir combattre. Haller reconnut et confirma tout ce qu'on avait fait avant lui, sur le développement de l'homme et des animaux. Il a loué, entre autres, le travail de Roesel sur l'histoire naturelle des grenouilles, bien qu'il n'y ait dans ce livre aucun fait important. Du reste, Haller fit lui-même, en 1758, époque où parut le livre de Roesel, des travaux remarquables sur la formation du cœur, sur le développement des os, sur l'ovologie du poulet et sur l'ovologie et l'embryologie des mammifères. Wolf s'occupa avec bonheur de l'évolution première du canal intestinal et de la transformation vasculaire de la membrane ombilicale du poulet. Sabatier a cherché à bien faire connaître la

disposition intérieure du cœur du fœtus. Wriberg a donné une bonne description des enveloppes de l'œuf humain. De nos jours, M. Dutrochet a fait un intéressant travail sur l'analogie des enveloppes du fœtus chez les vivipares et les ovipares. Bajanus et M. Coste ont donné, d'une manière plus précise encore, la description des enveloppes fœtales du chien, de la brebis et du lapin. Mais, pour bien comprendre l'ordre dans lequel ces enveloppes disparaissent à mesure qu'elles atteignent leur entier développement, il est indispensable de connaître la loi de substitution organique établie par l'un de nos plus célèbres physiologistes, M. Flourens, loi qui nous servira plus tard à la détermination exacte des membranes propres et des membranes accessoires de l'œuf. M. Purkinje a d'abord découvert, chez les oiseaux, la vésicule germinative, que MM. Coste, Baër, Wagner, Rathkè et Valantin, ont ensuite retrouvée chez les mammifères, les reptiles et les poissons, ainsi que chez la plupart des invertébrés. MM. Diellenger, Pockels, Burdach, Velpeau, Breschet et Serres, pensent que l'amnios est une membrane séreuse qui contient l'embryon. MM. Prévost et Dumas, dans leur remarquable travail sur la génération (1824-27) ont étudié l'ovule dans l'ovaire; l'action des spermatozoïdes sur cet ovule; les changements organiques survenus dans l'œuf après la fécondation chez les mammifères, les oiseaux et les reptiles. Tout ce que ces derniers savants ont figuré, relativement au développement de l'œuf fécondé, a été vu à un grossissement de 10 diamètres seulement. M. Rusconi, en 1826, a fait paraître un mémoire des plus intéressants sur le développement de la grenouille commune, dans lequel il revient sur des faits déjà observés par MM. Prévost et Dumas. Les planches qu'il a publiées sont d'un rare fini et d'une remarquable exactitude; néanmoins, il s'est plutôt occupé des changements survenus dans la forme des organes que de ceux qui ont lieu dans leurs parties constituantes. De plus, il n'a point assez nettement déterminé les enveloppes fœtales, ni donné une bonne et satisfaisante raison du phénomène qu'on observe après la fécondation, relativement à la position de l'œuf,

dont la partie brune est toujours dirigée en haut. Quant à ce qui est de la nutrition des organes du fœtus, M. Rusconi la cherche dans le liquide au milieu duquel se trouvent les œufs plutôt que dans la substance même du vitellus. Jusque-là nous ne voyons en ovologie et en embryologie que des modifications superficielles, pour ainsi dire, qui se passent dans l'œuf d'abord, puis dans les organes du nouvel être. Il n'est surtout question, dans les auteurs que nous venons de citer, que de la découverte des premiers développements de la colonne vertébrale et de la moelle épinière, des évolutions du cœur et du système sanguin; de la formation du poumon, de l'encéphale, du canal intestinal, des reins primitifs; du système osseux; de la découverte également de la vésicule ombilicale, de la vésicule germinative et de la description des enveloppes de l'œuf et de celles du fœtus. Or tout cela n'est nullement de nature à élucider la question que nous avons à traiter. Quant aux recherches qui ont été faites plus particulièrement sur l'ovule, on les trouve consignées dans l'excellent ouvrage de Wagner. Ces corpuscules, dit-il, sont placés chez les mammifères, dans d'autres cellules plus grandes de l'ovaire, qui sont les follicules de Graaf. Ceux-ci ont une grandeur d'une ou plusieurs lignes, sont logés dans le stroma de l'ovaire et apparaissent à travers l'enveloppe péritonéale. Il n'est pas rare de les voir s'élever au-dessus du stroma et montrer des élévations globuleuses. Lorsque le stroma est très-faible, les follicules de Graaf forment assez souvent des globules pédiculés. Les vésicules de Graaf consistent en deux membranes, dont l'externe est très-riche en vaisseaux et l'interne munie d'un épithélium velouté. La cavité de la vésicule est loin d'être remplie par le petit ovule; elle contient, de plus, une masse albumineuse blanchâtre ou jaunâtre, qui, placée sous le microscope, ne présente, en grande partie, que des granules de 1/200 à 1/300 de ligne. Ces granules semblent être réunis ensemble *par un liquide visqueux;* ils le sont très-fortement surtout dans les environs de l'œuf, qui est inséré dans une masse de ces granules condensés en forme de disque, comme la vésicule pro-

lifère ou germinative l'est chez les oiseaux et autres animaux en général. L'œuf, encore très-petit et non parvenu à maturité, est placé au centre du follicule ou vésicule de Graaf; lorsqu'il est parvenu à maturité il se trouve situé très-près de la membrane interne de ce dernier, et inséré dans le disque granuleux. Le vitellus consiste en une masse de granules très-fins dans laquelle se trouvent disséminés des globules plus ou moins gros et des taches de graisse. La vésicule germinative apparaît distinctement sous la forme d'un anneau clair et se trouve placée, dans les œufs mûrs, immédiatement contre la membrane vitelline, qui renferme toutes les parties que nous venons d'indiquer. Relativement à la vésicule de Graaf, nous devons également signaler les recherches faites par M. Pouchet. Ce zoologiste habile a suivi toutes les phases de son développement et a fait connaître avec détail l'origine, la formation et le développement des corps jaunes qui ne seraient dus qu'à l'accroissement de la membrane propre de la vésicule de Graaf. M. Pouchet, qui a le premier bien établi l'ovulation spontanée et périodique des mammifères, pense que la fécondation ne s'opère que dans les trompes. Or cette idée, déjà émise par MM. Prévost et Dumas, n'est point entièrement sanctionnée par les faits, ainsi que nous aurons occasion de le démontrer plus tard. Enfin M. Deschamps croit pouvoir établir une différence entre l'œuf sorti de l'ovaire par suite de la conception et celui qui s'en sépare après chaque époque menstruelle : dans le premier cas, il y aurait un véritable chorion autour de l'œuf, et, dans le second, le chorion demeurerait fixé à l'ovaire.

Il nous reste actuellement à signaler les travaux tout récents qui ont été faits sur la composition même des parties constituant l'œuf des oiseaux : nous voulons parler du savant mémoire, sur la formation des organes de la circulation et du sang, par MM. Prévost et Lebert. Bien que le titre donné par les auteurs à leur mémoire ne semble pas contenir des recherches microscopiques sur la nature du vitellus, on y trouve pourtant des détails précis à ce sujet, que nous ne devons pas manquer d'indiquer ici,

leur connaissance étant très-utile dans la question que nous avons à traiter.

Pour MM. Prévost et Lebert, l'œuf propre à la fécondation est composé, outre les parties extérieures et protectrices, du jaune et de la cicatricule, l'un et l'autre renfermés dans une membrane commune, très-fine. Le jaune se compose de granules moléculaires de $0^{mm},001$ à $0^{mm}003$ de diamètre, de vésicules graisseuses de $0^{mm},05$ à $0^{mm},02$, et de grands globules de $0^{mm},2$ à $0^{mm},06$. Il renferme, de plus, une huile particulière. La cicatricule non fécondée est composée de granules moléculaires, de petites vésicules graisseuses, d'agminations de ces deux éléments, de globules agminés de $0^{mm},02$ à $0^{mm},04$, de globules granuleux de $0^{mm},02$ à $0^{mm},03$, et de globules gélatineux et graisseux de $0^{mm},005$, à $0^{mm},02$.

La formation des cellules de la cicatricule se fait par confluence périphérique et condensation en membrane d'enveloppe de la surface des agminations des granules ou des vésicules, ou de l'un et de l'autre. *Ce n'est nullement une formation de cellules autour de noyaux préformés.*

Suivant Bischoff, le jaune ou vitellus des mammifères se compose d'une masse à grains fins, qui, chez certains animaux, est *assez fluide pour s'écouler aussitôt* après l'ouverture de la zone; ce qui permet de reconnaître positivement qu'elle consiste en un liquide mêlé de grains arrondis, distincts les uns des autres, et de volumes divers. Le même auteur n'a point trouvé que le jaune de l'œuf humain et celui d'autres animaux fût composé ainsi : il serait au contraire, pour ces derniers, formé d'une masse cohérente, *indistinctement granulée, transparente, visqueuse,* qui ne s'étalerait pas quand on fend ou quand on *écrase l'œuf;* M. Bischoff semble admettre en outre que la membrane vitelline et le jaune existent d'abord, et que dans la cellule produite par cette membrane, il s'en forme une nouvelle, la vésicule germinative; c'est-à-dire *qu'il y a production d'une cellule dans une cellule,* ou que, comme la vésicule germinative se produit réellement la pre-

mière, la tache germinative est le noyau de la cellule primitive, que la vésicule germinative qui se développe autour d'elle est la cellule primitive, enfin que la membrane vitelline et le jaune sont des formations secondaires. On voit, d'après cela, en quoi l'opinion de cet anatomiste distingué diffère de celle émise après lui par MM. Prévost et Lebert.

J. Muller adopte, en parlant de la masse vitelline, les opinions de Schwann, qui a fait voir que l'œuf des animaux est une cellule, et que la membrane vitelline représente la paroi de cette cellule, la vésicule germinative son noyau, le jaune enfin son contenu. Ce même auteur a de plus cherché à démontrer que les cellules vitellines naissent dans une cellule mère, l'œuf, et que les premiers commencements de l'embryon consistent en des cellules. D'après Schwann enfin les cellules vitellines participent à la vie mise en éveil par l'incubation. Elles opèrent dans leur propre contenu une métamorphose par suite de laquelle l'albumine qu'elles renferment perd sa coagulabilité, et les granulations se dissolvent, de même que chez l'embryon végétal les granules d'amidon se dissolvent dans les cellules. Suivant M. Coste, le vitellus n'est point une cellule ou une vésicule remplie de granules, mais tout simplement une sphère granuleuse, homogène, dont tous les grains sont maintenus agglutinés par une matière interstiticielle diaphane, matière dont la *rétraction* donne à la masse totale la régularité en quelque sorte géométrique qu'elle affecte. Ainsi, contrairement aux opinions de Barry et de Bergmann, qui admettent une seconde membrane vitelline autour du jaune, M. Coste croit pouvoir en nier l'existence d'une manière positive. Quant aux phénomènes qui sont relatifs à la segmentation successive du vitellus, après la fécondation, cet observateur admet, pour en donner l'explication, qu'une goutte graisseuse ou oléagineuse, cachée au sein des granulations, sous forme de globe, y subit un *étranglement* d'où résulte la première scissure du vitellus. D'après ce principe, chaque partie divisée, en admettant toujours un étranglement successif pour chaque globule oléagineux, se subdivise au centre des gra-

nules du jaune et constitue de la sorte la multiplication des sphères vitellines. Indépendamment de cette explication toute spécieuse, M. Coste admet que chaque globule graisseux central porte lui-même dans son sein un globule générateur beaucoup plus petit et qui paraît jouer, par rapport au globule graisseux, le même rôle que ce globule graisseux remplit à l'égard des sphères vitellines dont il s'enveloppe. Nous examinerons plus tard la valeur de chacune de ces opinions.

A côté de ces faits, nous placerons le résumé des travaux que le célèbre professeur d'embryogénie du Muséum a si consciencieusement établis. Pour M. Serres, l'œuf des femelles, avant l'imprégnation, se compose de trois parties fondamentales : d'une membrane cingeante extérieure, ou le chorion; d'une masse granuleuse, qui est le vitellus, et d'une vésicule particulière nommée prolifère. Celle-ci serait la première développée et elle atteindrait son développement, que la masse vitelline serait encore incolore, sans globules jaunes, et sans enveloppe propre. M. Serres admet avec M. Wagner qu'une masse albumineuse entoure la vésicule prolifère, et que cette vésicule s'élève insensiblement, à mesure que se forment les globules vitellins, dont la pesanteur spécifique paraît plus forte que le liquide clair qui remplit la vésicule prolifère. Par cette évolution, continue M. Serres, la vésicule germinatrice arrive ainsi à la superficie du vitellus, qui se *revêt alors d'une membrane propre*, et qui présente au point correspondant à la vésicule prolifère un disque d'un jaune clair (le disque prolifère) dont le but est de la maintenir en place. C'est à cette partie que M. Serres a donné le nom de ligament prolifère. La position excentrique de la vésicule génératrice et l'appareil qui la fixe dans cette position sont les préliminaires indispensables de l'imprégnation qui doit être opérée par le zoosperme. En effet, la rupture de la vésicule prolifère étant, d'après M. Serres, le résultat *immédiat* de la fécondation, le fluide qu'elle contenait s'échapperait de tous côtés si la vésicule n'avait pas été fixée par le disque prolifère, qui oblige la semence animale à se maintenir en rapport avec

la seule partie du vitellus qui puisse favoriser ses développements ultérieurs. De ce fait important, à savoir que la vésicule prolifère gagne la périphérie de l'œuf pour rendre possible l'imprégnation, M. Serres a conclu que le premier acte de la génération est un phénomène fondé sur le principe de l'excentricité des organismes. Mais tandis que tous les embryologistes répètent depuis Dœlinger que le disque prolifère se transforme en membrane blastodermique, sans rechercher de quelle manière cette transformation s'opère, M. Serres a trouvé que le premier acte de la fécondation consiste à séparer en deux parties égales le disque prolifère, à le diviser en deux sacs, l'un à droite, l'autre à gauche, ou à symétriser enfin les réceptacles des organismes. L'intervalle entre chaque sac constitue un vide que l'on a nommé ligne primitive, ligne que l'on a, d'après cela, regardée à tort comme le rudiment primitif de la moelle, comme le représentant du zoosperme ou de la corde dorsale.

Voilà en quelques mots le résumé historique des travaux anatomiques entrepris sur le développement de l'œuf des animaux vertébrés. Il est facile de voir qu'ils laissent des lacunes à combler et que, souvent même, ils présentent des contradictions évidentes.

Il suffira de dire, à l'appui de cette assertion, que la vésicule germinative, dont la découverte est toute récente et qui, cependant, joue un rôle si important dans l'évolution des êtres, n'a pas été suivie d'une manière certaine, à notre point de vue, au delà des premiers temps de la formation de l'œuf, ni même avant la fécondation. Nos observations établissent d'une manière positive les différentes phases, le rôle et le développement de cette vésicule.

Indépendamment des faits anatomiques acquis à la science, l'Académie a demandé que, *loin de se borner à constater, dans les diverses parties de l'œuf, la présence des principes immédiats que l'analyse en retire, les auteurs fissent tous leurs efforts pour constater, à l'aide du microscope, l'état dans lequel ces principes immédiats s'y rencontrent.*

Pour satisfaire à cette importante partie du programme, nous

avons pu, dans une foule de circonstances, à l'aide de réactifs particuliers, rendre visibles des choses qui sans cela eussent échappé complétement à l'observation. C'est ainsi que nous rendons évidente la structure particulière de l'albúmine et que nous avons même pu mesurer le diamètre des globules qui la forment. Pleins de confiance dans nos moyens d'observation, assurés de ne rien publier qui ne pût être facilement démontré, nous avons cependant voulu éviter qu'on nous opposât les chances d'erreurs auxquelles les micrographes n'ont malheureusement pas toujours su se soustraire. Pour cela nous avons confié à la nature elle-même le soin de représenter les principaux objets de nos observations, et, à l'aide du microscope solaire, combiné avec l'appareil daguerrien, nous avons obtenu des images fidèles, auxquelles nulle objection ne peut être faite.

Mais les observations demandées d'une manière si positive par l'Académie, répétées à des époques très-rapprochées, sur un même être ou sur différents êtres placés dans les mêmes conditions, et suivant les mêmes phases d'évolution, ne devaient-elles point faire assister l'observateur au développement de la texture organique? C'est en effet ce qui est arrivé.

Des observations de cette nature ne conduisent-elles point à la création d'une nouvelle science ou au moins d'un rameau de la science universelle, qui serait à l'anatomie de texture ce qu'est l'organogénie à l'anatomie de structure ou descriptive?

La connaissance que nous avons acquise des fonctions précises remplies par différentes parties de l'œuf nous a permis de mieux suivre les modifications organiques et d'en tracer le parallèle dans l'échelle des vertébrés. C'est ainsi qu'il nous a été possible de suivre et de comparer, dans toutes les classes des vertébrés où elles existent, la vésicule ombilicale et l'allantoïde.

Si la partie anatomique laissait beaucoup à désirer au point de vue du développement de la texture et de la structure des organes, la partie physiologique était presque tout entière à créer.

En effet, comment s'opèrent les métamorphoses des éléments organiques au point de vue chimique? Les fluides ambiants jouent-ils un rôle dans ces réactions surprenantes?

A ces questions, aucune réponse positive ne pouvait être faite Seulement quelques observateurs avaient soupçonné la vérité, sans toutefois l'établir sur des faits assez directs et assez positifs pour être irrécusables; mais en 1822 M. Geoffroy-Saint-Hilaire a déterminé avec assez d'exactitude la perte de poids éprouvée par l'œuf pendant l'incubation. En 1825, MM. Prévost et Dumas ont fait des expériences sur le même objet en opérant sur des œufs fécondés et non fécondés.

De plus, en incinérant des œufs frais et des œufs couvés à terme, ces savants ont vu que le poids de la matière anorganique demeurait sensiblement invariable pendant l'incubation, tandis qu'il y avait une perte réelle de matière organique; et ils affirment que *cette perte de poids provient en grande partie de l'eau qui s'est évaporée, et que le reste est dû à la transformation d'une certaine quantité de carbone en acide carbonique.* (*Dictionn. classique d'Hist. naturelle*, tome XII, pages 120 et suiv.; *Annales des Sciences naturelles*, tome IV, page 48.)

En novembre 1837, M. Chevreul, dans des *Considérations générales et inductions relatives à la matière des êtres vivants*, dit: « Entre la germination et le développement du germe dans l'œuf, il y a ce rapport, qu'une certaine température et le contact de l'oxygène atmosphérique sont indispensables, et cette différence, que la plupart des graines ne germent qu'en prenant de l'eau au dehors; tandis que les œufs, au moins ceux des oiseaux, contiennent une plus grande quantité de liquide qu'il n'en faut pour le développement du germe. En effet, d'après mes expériences, ils en perdent un cinquième environ, terme moyen, pendant l'incubation. Le jeune végétal trouve dans la graine, comme le jeune animal dans l'œuf, tout ce qui est nécessaire à son développement, sauf la température, le gaz atmosphérique, et, pour la germination,

l'eau qui vient du dehors... » M. Chevreul n'a pas fait connaître les expériences qui lui ont donné de tels résultats.

En 1842, à la fin de son Essai de statique chimique des êtres organisés, M. Dumas reproduit les expériences faites en 1822 avec M. Prévost, et consignées dans le Dictionnaire classique d'Histoire naturelle.

MM. Schwann et Magnus ont entrepris des expériences par lesquelles ils ont démontré l'indispensable nécessité de la présence de l'air pendant l'incubation des œufs des oiseaux.

Après ces observations si précises, on ne peut que grouper des faits mal observés et qui offrent les contradictions les plus choquantes. Erman affirme avoir opéré l'incubation dans des gaz irrespirables; et, d'autre part, M. Bischoff et M. Dulk ont reconnu que la chambre à air renfermait un gaz contenant jusqu'à 0,27 d'oxygène. M. Wagner, qui reconnaît la fonction respiratoire de l'allantoïde, veut concilier ces faits plutôt que d'admettre la possibilité d'une erreur d'observation. M. Prout (*Philosophical Transactions*, 1822) admet, à la suite d'expériences, que la quantité de chaux contenue dans l'œuf est plus grande après qu'avant l'incubation. Cela est vrai si l'on rapporte la quantité de chaux à l'œuf pris après l'incubation, et si l'on ne tient pas compte de la perte de poids éprouvée par ce dernier; cette observation a d'ailleurs été discutée par M. Berzélius, qui a indiqué l'origine probable de l'erreur de M. Prout.

Le résumé historique qui vient d'être exposé fait voir que quelques points à peine de l'étude des phénomènes chimiques de l'incubation ont été élucidés, mais qu'il importait de la reprendre sous divers points de vue pour en obtenir la confirmation, et qu'en réalité presque tout était encore à faire. En effet, il fallait d'abord étudier l'influence que les agents ambiants exercent sur l'œuf pendant l'incubation, voir si l'air y pénétrait, s'il s'y trouvait modifié; en un mot, ce qu'il perdait et ce qu'il gagnait pendant la durée de ce phénomène. Après cette première étude, il restait encore à rechercher les modifications survenues dans la nature des élé-

ments organiques contenus dans l'œuf, et c'est là évidemment une des questions les plus dignes d'intérêt : en un mot, quelles sont les modifications successives que les éléments organiques contenus dans l'œuf des oiseaux, albumine et matières grasses, éprouvent sous l'influence de la fécondation et de l'incubation ; comment s'opère le passage d'un élément dans un autre ; quels sont les éléments organiques simplement modifiés ou si profondément altérés qu'ils semblent être le résultat d'une véritable création. La répartition de la matière anorganique ou incombustible méritait aussi d'attirer l'attention, car elle joue un rôle immense et modifie profondément les propriétés des tissus qu'elle ne fait que pénétrer.

Après avoir étudié les œufs qui subissent leur incubation dans l'air, il restait à les comparer avec ceux qui la subissent dans l'eau. On verra, dans ce travail, que ces derniers réclament les mêmes influences que les premiers.

De l'étude attentive des principaux phénomènes de l'évolution embryonnaire, il est résulté que les fonctions de plusieurs organes des animaux soit temporaires, soit persistants, ont été déterminées avec une grande précision, et que, par la nature même de ce travail qui exigeait que les faits fussent étudiés dès leur origine, il est résulté une plus grande simplicité et, par suite, une analyse plus complète qui a permis de les embrasser dans toute leur étendue, à partir du moment de leur première apparition jusqu'à leur entier développement chez l'être complet et adulte. C'est ainsi que la respiration, la formation du squelette et, en général, celle de tous les éléments organiques ont pu être comparées dans toute l'étendue de la vie d'un animal, depuis l'état embryonnaire jusqu'à son développement complet, et, par suite, dans toute l'échelle animale.

C'est encore ainsi que, par suite d'observations du même ordre, la fonction respiratoire de l'œuf des poules étant démontrée, il a fallu chercher par où l'air y entrait et comment il en sortait. De là la recherche de la structure de la coquille et de celle des différentes parties qui la forment ; la détermination des fonctions

de chacune d'elles; l'examen de la chambre à air, ses fonctions, celles de l'allantoïde, celles de la vésicule ombilicale, celles du placenta des mammifères. De là la détermination exacte des fonctions de tous ces organes temporaires, qui semblent accompagner le germe animal, comme les cotylédons accompagnent le germe végétal. Il fallait encore déterminer dans quelle circonstance, comment et pourquoi ces organes viennent à manquer dans quelques classes d'animaux, et par quoi ils sont remplacés. Car les fonctions principales de nutrition existent partout, mais partout elles ne s'accomplissent point à l'aide d'organes identiques. La respiration embryonnaire a-t-elle lieu chez tous les vertébrés? Le mucus qui entoure les œufs des animaux aquatiques est-il perméable aux agents ambiants? Quel est le temps nécessaire à cette perméabilité? Toutes ces questions nous les avons étudiées, et nous avons fait tout ce qui a dépendu de nous pour en trouver la solution.

La composition chimique des œufs et des animaux à différents degrés de développement a aussi attiré notre attention d'une manière toute spéciale. Elle a été examinée au point de vue de la nature des éléments tant ultimes qu'immédiats, et au point de vue du rapport pondéral existant entre eux, aux différents degrés de l'échelle animale, et aux différents âges d'une même espèce. Nous avons ainsi obtenu des résultats qui par leur singularité nous paraissent devoir attirer l'attention des observateurs.

Le travail que nous avons l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie comprend donc des recherches anatomiques sur les modifications de texture et de structure des organes des animaux vertébrés; des recherches physiologiques sur les fonctions de l'œuf, de ses diverses parties, des organes temporaires et permanents des animaux; enfin une partie toxicologique dans laquelle, selon le vœu de l'Académie, nous examinons l'action de différents gaz sur les œufs aériens pendant l'incubation, et celle de quelques gaz, de plusieurs sels et de quelques agents très-vénéneux dissous dans l'eau, sur les œufs aquatiques des batraciens.

Comme on pourra le voir dans notre mémoire, il est résulté de toutes ces observations un ensemble de faits qui se confirment mutuellement.

Les faits principaux ont été représentés, soit à l'aide de dessins, soit à l'aide du microscope photographique, quand cela a été possible. Les dessins sont accompagnés d'une partie descriptive qui en facilite l'intelligence. Les données numériques des expériences ont été consignées dans un registre à part, afin de rendre les démonstrations plus concises, et par cela même plus précises et plus faciles à saisir. Le résultat seul des expériences a été consigné dans le texte, soit en faits isolés, soit à l'aide de tableaux, selon les circonstances.

CHAPITRE PREMIER.

CONSTITUTION DE L'ŒUF DES BATRACIENS AVANT LA FÉCONDATION.

L'étude de l'œuf, au point de vue de sa formation, de son accroissement et des modifications qu'il éprouve après la fécondation, doit nous permettre d'apprécier tous les changements physiques et organiques qui se rattachent aux phénomènes de l'évolution embryonnaire. Mais d'abord que faut-il entendre par le mot *œuf?* et à quelle époque cette dénomination convient-elle? Le célèbre Geoffroy-Saint-Hilaire écrivait, en 1826, à l'occasion d'un mémoire fort intéressant de Breschet sur les grossesses extra-utérines :

« L'ovaire ne fait point un œuf, mais un ovule, et je comprends « sous ce nom le vitellus, ou, comme on l'appelle, le jaune de l'œuf; « cette distinction est d'autant plus nécessaire qu'elle s'applique à « un produit fini, ayant des qualités distinctes et particulières. Il « n'y a de fécondable que l'ovule; mais cette fécondation n'aura « un jour d'effet que quand l'ovule aura préalablement été revêtu

« par d'autres couches albumineuses, c'est-à-dire qu'il aura acquis, « par l'addition de plusieurs couches concentriques, l'état et la « condition d'un œuf. »

D'après cette manière de voir, qui est aussi celle admise, peu d'années auparavant, par MM. Dumas et Prévost, à la suite de recherches tendant à établir que la fécondation ne peut s'effectuer que dans les oviductes ou lorsque l'œuf est entouré de mucus, on est conduit à établir une distinction entre l'*ovule* et l'*œuf*. Le premier, composé de la vésicule germinative, de la membrane vitelline et du vitellus, ne deviendrait véritablement un œuf qu'après sa sortie de l'ovaire, et quand des couches muqueuses ou albumineuses l'envelopperaient en donnant lieu à de nouvelles membranes. Mais indépendamment de la confusion que peut introduire dans la science la dénomination d'*ovule* ou de petit œuf, et celle d'*œuf* telle qu'on l'entend, nous ne voyons pas que cette distinction soit toujours possible et rigoureuse, car il existe, d'une part, des grossesses ovariennes bien confirmées, tant chez la femme que chez les mammifères, et, de l'autre, le fait si remarquable de la fécondation et du développement embryonnaire, dans l'ovaire même, chez la blennie vivipare, parmi la classe des poissons, sans que pour cela l'ovule soit devenu préalablement un œuf. Dans l'un comme dans l'autre cas pourtant on ne saurait admettre que l'ovule ait été complété par l'addition de mucus ou d'albumine. D'après cela, nous croyons qu'il n'est pas plus indispensable de conserver dans la science la dénomination d'ovule qu'il n'est utile d'établir une distinction entre embryon et fœtus. Pour nous donc *l'œuf, en général, est composé de la vésicule germinative, de la vésicule vitelline et du vitellus.*

Relativement aux autres enveloppes muqueuses ou albumineuses qui se surajoutent à l'œuf proprement dit, nous n'en tiendrons compte que d'une manière secondaire et pour démontrer qu'elles ont dû contribuer par leur composition, leur nombre et leurs rapports à introduire une confusion préjudiciable à la science, surtout au point de vue de la synonymie des enveloppes embryonnaires.

Cela posé, revenons actuellement à l'étude de la composition de l'œuf non fécondé, et d'abord examinons la structure de l'ovaire, afin de connaître le point de départ de la formation de l'œuf.

Lorsqu'on examine attentivement les parois du sac ovarien des amphibiens, surtout celui de la salamandre adulte, on voit, à l'endroit où les œufs sont le moins développés, des taches transparentes, légèrement bombées, entourées d'un lacis très-fin de vaisseaux et comme situées entre deux membranes. Ces taches sont plus visibles lorsqu'on examine la partie interne du sac; elles correspondent, en ce cas, à de petites élevures qui donnent à cette surface du sac ovarien l'aspect d'une peau de chagrin. Lorsqu'on parvient à enlever la membrane péritonéale qui recouvre l'ovaire, et que l'on soumet la partie sous-jacente à un grossissement de 15 à 20 diamètres, on aperçoit un magnifique réseau vasculaire dans lequel se trouvent placées d'innombrables granulations transparentes. A un plus fort grossissement, de nouveaux vaisseaux apparaissent, et dans le tissu qu'ils forment, les granulations transparentes ont l'aspect de véritables œufs formés de deux sphères concentriques. Il est impossible de reconnaître autre chose que des vaisseaux dans la trame qui compose l'ovaire de la salamandre crêtée, si ce n'est pourtant le tissu cellulaire qui les réunit. La disposition des ramuscules artériels et veineux et celle de leur terminaison en capillaires est fort curieuse à connaître. De petites branches artérielles et veineuses décrivent d'abord une figure pentagonale qui circonscrit l'œuf, puis ensuite chaque branche du pentagone donne un certain nombre de ramuscules; celles-ci à leur tour se subdivisent en une infinité de vaisseaux capillaires qui s'anastomosent entre eux en conservant la disposition primitive du mode de ramification des cinq branches artérielles et veineuses. Ce sont donc de très-petits pentagones renfermés dans un beaucoup plus grand, qui constituent le tissu de l'ovaire; et c'est dans ce parenchyme *sécréteur* qu'est déposé l'élément primitif de l'œuf sous forme de tache transparente ou de gouttelette limpide. Toutes ces parties translucides, vues à un fort grossissement, sont composées de

deux sphères emboîtées l'une dans l'autre. Il ne nous a jamais été possible d'en trouver qui fussent composées d'une seule enveloppe ou en voie de formation, sans doute à cause de la rapidité avec laquelle se constituent les deux vésicules primitives de l'œuf. Quoi qu'il en soit de ce premier temps de formation, nous pouvons du moins, à partir de ce moment, indiquer tous les changements ultérieurs qui ont lieu dans le développement et la composition des deux sphères en question. Avant d'exposer une seconde série de faits bien constatés, nous devons dire ici que les recherches microscopiques que nous avons tentées sur le liquide transparent contenu dans les deux enveloppes de l'œuf ne nous ont d'abord rien appris. Le liquide de plusieurs vésicules transparentes de l'ovaire, recueilli sur un porte-objet en verre, et soumis à un grossissement de 750 diamètres, avait le même aspect que celui d'une gouttelette d'eau distillée vue comparativement. Mais ce même liquide, que nous avons agité avec une tige de verre préalablement trempée dans une dissolution de baryte, nous a alors présenté au même grossissement de 750 diamètres des globules très-petits, et transparents au centre, ayant l'aspect des globules de nature albumineuse; car les globules qu'on obtient en mettant l'eau de baryte en contact avec l'albumine liquide de l'œuf de la poule sont absolument semblables à ceux dont nous venons de parler.

A un degré plus avancé de la formation de l'œuf dans l'ovaire, on remarque que la transparence du liquide contenu dans les deux sphères commence à se troubler et que l'opacité est généralement plus grande sur un des points de la périphérie. A cette époque, l'œuf est assez développé pour qu'il soit possible, à l'aide de deux aiguilles, de le dégager de son calice ou enveloppe vasculaire, et de déchirer sa première sphère, qui est limitée par la membrane vitelline. On parvient ainsi, après plusieurs tentatives infructueuses, à faire sortir la vésicule germinative en même temps que des grains vitellins. Lorsqu'on examine à un fort grossissement la sphère germinative isolée, on aperçoit dans sa cavité des vésicules transparentes très-petites. Quant aux granules

vitellins, qu'on retire en même temps que la vésicule germinative de la sphère vitelline, ils sont d'une forme irrégulière, légèrement transparents et plus petits que les vésicules dont nous venons de parler. Du reste, pour avoir une idée exacte de la nature des parties contenues dans les membranes de l'œuf, nous avons fait les expériences suivantes :

Après avoir extrait de l'ovaire d'une grenouille verte un œuf encore transparent, nous l'avons placé sur le porte-objet du microscope, et pendant que l'un de nous regardait à l'aide d'un grossissement de 120 diamètres l'autre faisait arriver sur le porte-objet de l'éther sulfurique. Aussitôt que ce liquide s'est trouvé en rapport avec l'œuf on a pu constater que toute la partie fluide contenue dans la membrane vitelline entrait en mouvement, en oscillant à droite et à gauche et d'une seule pièce. Ce mouvement a permis de constater que les granules qui entourent de toutes parts la sphère germinative sont alors à l'état vésiculeux et transparent. La sphère germinative préalablement extraite de la cavité vitelline d'un autre œuf, encore transparent, a été également observée, à l'aide du grossissement qui vient d'être indiqué. Au moment où elle a été mise en contact avec une dissolution de baryte, elle est presque aussitôt devenue opaque et de couleur marron très-clair. A l'aide de ces changements, il nous a été facile de constater qu'elle contient des vésicules nombreuses assez analogues à celles qu'on rencontre dans la sphère vitelline. Quelques minutes après que cette expérience a été faite, des cristaux de sels de baryte se sont formés sur le porte-objet et sur la vésicule germinative. Celle-ci, en même temps, devenue plus opaque au centre qu'à la périphérie, semblait contenir une sphère plus petite, qui lui était parfaitement concentrique. Mais il est permis de penser que cette apparence était due à l'action de la baryte, qui a dû agir plus fortement sur la périphérie que sur le centre, qu'elle ne pouvait atteindre aussi facilement. Quoi qu'il en soit, du reste, de ces nombreuses tentatives, nous avons pu constater, d'une part, que l'œuf transparent, pris dans l'ovaire d'une grenouille, se com-

pose évidemment de la sphère vitelline, de la sphère germinative et de vésicules transparentes non graisseuses, puisque l'éther ne les a pas dissoutes. Ces vésicules sont de forme et de volume très-variables; ellesrenferment en outre des noyaux, ou des grains vitellins primitifs. Toutefois ces vésicules à noyaux ne sont pas exemptes de matière grasse, car l'éther qui les a imprégnées laisse, par son évaporation, un résidu gras et divisé en petites gouttelettes. Au moins c'est ce que nous avons observé d'une manière fort évidente en examinant les granules ou vésicules vitellines de l'œuf de la salamandre.

Attendu qu'il nous a été impossible de distinguer deux sortes de vésicules vitellines, nous sommes portés à penser que les vésicules visibles ne sont point homogènes, et qu'indépendamment de la matière qui en forme la masse, elles contiennent une matière grasse, libre, puisqu'elle est enlevée par l'éther, soit en pellicule excessivement mince, soit dans un état de division extrême.

Un peu plus tard l'œuf contenu dans l'ovaire devient jaunâtre par l'accumulation toujours croissante des grains vitellins. A cette époque de son développement on ne distingue plus aussi nettement qu'auparavant la vésicule germinative; cependant il est facile encore de constater sa présence et de voir que ses rapports ne sont plus les mêmes. Jusque-là elle occupait le centre de la sphère vitelline, tandis qu'actuellement elle se rapproche de sa périphérie. Ce mouvement de translation de la vésicule germinative a été mal interprété, il nous semble, par quelques auteurs, et a donné lieu à une théorie peu fondée. C'est ainsi que Cavolini, qui, le premier, a bien observé le mouvement ascensionnel de la vésicule germinative chez les poissons, à mesure que le vitellus s'accumule dans sa cavité, ne semble pas se préoccuper de la densité respective des liquides contenus dans les deux sphères, pour expliquer ce phénomène, et que M. Duvernoy admet un double feuillet vitellin replié sur lui-même à l'instar des séreuses, pour renfermer la vésicule germinative. Par ce moyen, toujours suivant l'auteur, on concevrait le déplacement de cette vésicule

dans la sphère vitelline, puisque à mesure que celle-ci se développe, l'autre suivrait son retrait et quitterait le centre qu'elle occupait d'abord. Mais en admettant même, pour un instant, le double feuillet dont parle ce savant professeur, il s'ensuivrait que la vésicule germinative contenue dans la cavité réfléchie se trouverait précisément dans un rapport inverse de celui qu'on lui assigne; car on sait fort bien que les poumons, par exemple, qui, dans l'origine, sont placés très-près de la colonne vertébrale, sous la séreuse réfléchie qui les contient, n'atteignent que plus tard, et par suite de leur développement, le feuillet costal de la plèvre. En général les organes qui se développent sous les membranes séreuses pénètrent dans leur cavité à mesure que le développement s'opère et ne sont point déplacés du centre pour être portés à la périphérie. D'ailleurs, puisqu'on réussit assez facilement à extraire la sphère germinative de la sphère vitelline, il est bien évident qu'il n'y a ni double feuillet ni pédicule pour les assujettir l'une à l'autre. Pour nous donc la vésicule germinative, emboîtée dans la sphère vitelline, y est libre et en suspension dans le liquide albumineux qui, peu à peu, donne naissance à des granulations vitellines autour desquelles existe une vésicule transparente. L'accumulation successive de ces corps dans la cavité vitelline fait que la vésicule germinative est refoulée, petit à petit, vers la périphérie. Son adossement à la membrane vitelline et son aplatissement par suite de la compression que les globules vitellins exercent sur elle ont donné lieu à plusieurs suppositions. Le plus généralement pourtant on admet que la vésicule germinative se loge d'abord dans un point de la membrane vitelline qui n'est pas tapissé par la couche des grains du vitellus, disque prolifère, et qu'en ce point, après la fécondation, qui aurait pour résultat de rompre la vésicule germinative, il s'accumule des petits grains sous forme de membrane, pour constituer le blastoderme. Wagner et Purkinje, au contraire, nient la rupture de la vésicule germinative et prétendent qu'elle subit un collapsus par suite duquel elle s'aplatit, pour former ainsi les rudiments de l'embryon ou

le blastoderme embryotrophe primordial. Nous reviendrons sur ce point important de l'ovologie en parlant des phases que présente la vésicule germinative des oiseaux. Pour le moment nous nous bornerons à dire que nous ne saurions admettre la rupture de la vésicule germinative chez les batraciens par suite de l'acte fécondant.

Après les changements que nous venons d'indiquer, l'œuf des amphibiens se complète par l'accumulation du vitellus, devenu jaune chez la salamandre crêtée, et noir, avec une tache blanche, chez la grenouille ordinaire. Le premier, par ce fait même de la coloration, est infiniment plus propre aux recherches anatomiques et physiologiques dont nous aurons à nous occuper ultérieurement. L'œuf étudié à cette troisième période de son développement n'offre déjà plus la même composition, du moins en apparence; la vésicule germinative en effet, par son aplatissement progressif vers la périphérie du vitellus, n'est plus susceptible d'être isolée; on ne peut donc que soupçonner son existence sur le point du vitellus où on remarque le disque prolifère. Dans tous les cas l'œuf ainsi prêt à se détacher de l'ovaire se compose d'un grand nombre de granulations vitellines dont chaque grain constituerait le centre ou le noyau des vésicules qu'on observe primitivement dans l'œuf. Au moment où l'œuf se détache de l'ovaire, et quand il est encore dans la cavité abdominale, il est parfaitement sphérique et a une membrane vitelline très-fine pour enveloppe. Les grains vitellins dont nous avons reproduit l'image sur des plaques métalliques et à l'aide du daguerréotype ont un volume très-inégal, une forme irrégulière, pour la plupart triangulaire. Le volume et la forme de ces grains sont absolument les mêmes que ceux du vitellus chez la salamandre et chez la grenouille; aussi n'avons-nous pas multiplié les exemplaires photographiés, surtout ayant représenté les mêmes particularités (planches I et II). Nous devons dire ici que, pour obtenir les figures sur métal au moyen du microscope solaire, il faut préalablement étendre la substance vitelline avec de l'eau, sans quoi il serait impossible

d'avoir une image nette de l'objet. Or il doit arriver, par ce procédé, que l'eau pénètre par endosmose au travers de l'enveloppe vésiculaire de chaque granulation et la déchire comme cela s'observe pour les globules du sang soumis à la même expérimentation. Ce fait explique pourquoi les globules vitellins nous apparaissent sous forme de vésicules transparentes quand ils sont encore dans la sphère vitelline, et pourquoi ces mêmes globules n'ont plus d'enveloppe vésiculaire après qu'on les a délayés dans l'eau. De belles figures photographiées, représentant les globules du sang de l'homme et ceux des têtards d'amphibiens, n'ont pu réussir que parce qu'il a été possible de se dispenser de mettre de l'eau dans le sang. Du reste en faisant d'avance ce mélange on obtient seulement l'image du noyau central des globules sanguins, de même qu'on obtient les grains vitellins sans leur enveloppe fine et transparente. Indépendamment de ces parties constituantes, l'œuf pris dans l'ovaire contient une substance glutineuse ou visqueuse qui est propre à maintenir rapprochées les unes des autres toutes les vésicules composant le jaune. La nature de cette substance visqueuse a une constitution mécanique qui la rapproche de l'albumine; on y découvre du moins des globules excessivement fins, lorsqu'on la met en contact avec une dissolution d'eau de baryte. Depuis longtemps déjà les auteurs ont signalé dans le jaune la présence de ce corps visqueux auquel on fait aujourd'hui jouer un rôle important dans la formation des cellules et la disposition du vitellus tout entier, ainsi que nous aurons bientôt occasion de le dire; mais ces auteurs ignorent la véritable constitution des matières visqueuses *immédiates,* qui toutes sont formées de particules et, par suite, de vésicules extrêmement divisées et accolées les unes contre les autres. Cette structure existe quand bien même la substance paraît parfaitement diaphane et homogène; mais au moyen de réactifs qui s'y unissent par imbibition, et qui changent leur indice de réfraction et leur mode de transparence, elles deviennent toujours visibles. L'eau de baryte présente un avantage immense pour démontrer la constitution de ces sortes de corps, car elle

rend les particules visibles sans les agglomérer; elle permet de les voir complétement isolées, de mesurer leur diamètre et ne peut ainsi laisser le moindre doute sur la réalité de l'observation.

C'est là tout ce que l'œuf de la salamandre crêtée et celui de la grenouille verte ou du crapaud commun présentent de remarquable; si, dans cet état de composition, ou même plus tard, lorsqu'il s'est revêtu des couches muqueuses qui s'y ajoutent dans l'oviducte, on l'abandonne à lui-même dans une assez grande quantité d'eau et à une température de 16 à 20°, on le voit d'abord augmenter de volume, puis, après six à huit heures, se ternir à la surface et se moisir enfin après quelques jours. Voilà ce qui arrive évidemment à tout œuf de salamandre ou de grenouille qui n'a point été fécondé. Spallanzani, pourtant, a cru, le premier, que le produit de la génération des batraciens femelles est le têtard lui-même sous une forme globuleuse, en sorte que le têtard préexisterait à la fécondation opérée par le mâle. Ce fait s'accorde fort peu avec ce que nous venons de dire relativement à la composition de l'œuf et à ce qui se passe en lui lorsqu'il n'a point été fécondé. Évidemment le célèbre physiologiste italien ne connaissait pas suffisamment l'évolution embryonnaire des batraciens, quand il l'a avancé. Mais ce qui nous surprend au plus haut degré, c'est que Dutrochet partage en quelque sorte la manière de voir de Spallanzani, en ce qui concerne la préexistence de l'animal. Il est bien prouvé, dit-il, t. II, p. 271 de ses mémoires, « que la femelle des batraciens livre à l'action fécondante du mâle un animal tout formé; mais cet animal n'est point encore un têtard. C'est tout simplement un sac alimentaire pourvu d'une seule ouverture, qui deviendra l'anus de l'animal; l'ouverture buccale ne se forme qu'après la fécondation, par l'effet d'une perforation du fond de ce sac alimentaire.

« Le fœtus, continue notre célèbre académicien, préexistant à la fécondation chez les batraciens, est donc véritablement une sorte de polype, et ceci permet de remonter rationnellement à la forme originelle de l'animal, qui, dans le principe, doit avoir été

une simple vésicule, laquelle, aplatie sur le vitellus globuleux, a pris, en se développant sur lui, la forme d'une calotte à deux feuillets. » Or, cette calotte à double feuillet est bien, il nous semble, la vésicule germinative reconnue ainsi par Dutrochet, quatre ans avant la description positive qu'en a donnée Purkinje. « D'après cette concordance, il devient à peu près certain que l'embryon est produit, toujours d'après Dutrochet, par la plicature et par le développement formateur d'une simple vésicule, etc..... » Comme on le voit, cet auteur consciencieux a décrit un œuf fécondé et déjà en pleine métamorphose, quand il dit que la femelle des batraciens livre à l'action fécondante du mâle un animal tout formé, et il a indiqué, sous le nom de vésicule aplatie, de calotte à deux feuillets, la *vésicule germinative*, le blastoderme ou le sac prolifère. Mais, si Dutrochet a reconnu que l'animal provient de cette calotte ou cloche à deux feuillets plus ou moins repliée sur elle-même, pourquoi n'en serait-il pas de même pour les oiseaux et les mammifères? Et pourquoi cette restriction de l'auteur en faveur des batraciens seulement? Moins heureux que lui, nous n'avons rien vu dans l'œuf non fécondé des grenouilles et des salamandres qui pût être comparé à un polype; et, si pour nous, la vésicule germinative aplatie est le lieu où se forme le blastoderme, le réservoir des parties les plus essentielles à l'organisation du nouvel être, elle n'est point, par elle-même, un degré de l'animalité. C'est ce qui ressortira clairement des faits que nous aurons à exposer par la suite.

Chez la mère qui le produit, l'œuf ne vit que comme faisant partie d'un être vivant, et aussitôt qu'il l'a quittée il cesse de s'accroître et de se développer, si la fécondation n'intervient pas; fécondation qui peut seule lui donner une vie indépendante. C'est alors seulement que l'*organisation* commence, que les cellules se développent et se multiplient, et que l'évolution de l'être a lieu.

Si nous poursuivons maintenant nos investigations sur un œuf déjà engagé dans l'oviducte, nous le trouvons toujours de forme sphérique, mais un peu plus gros qu'au moment où il a quitté

l'ovaire. Indépendamment de ce changement de volume, il s'est enveloppé d'une couche glaireuse, assez résistante et d'une transparence parfaite, qui semble être appliquée sur la membrane vitelline, chez la grenouille et le crapaud, mais qui en est plus éloignée sur un œuf de salamandre crêtée. Au moment de la ponte, chaque œuf se trouve entouré d'une nouvelle couche muqueuse ou albumineuse également transparente et plus fluide que la première. Cette enveloppe muqueuse sert à réunir les œufs les uns aux autres chez la grenouille, et à fixer sur des feuilles ceux que la salamandre y dépose un à un. La seule particularité que nous ayons pu remarquer sur ces œufs, au moment de la ponte, c'est que les globules vitellins sont moins adhérents entre eux qu'ils ne le sont chez un œuf qui n'a point encore traversé l'oviducte. Aussitôt après la ponte, qui a toujours lieu dans l'eau, la substance muqueuse qui recouvre les œufs se gonfle par l'imbibition du liquide ambiant et acquiert un volume assez considérable, surtout pour les œufs de grenouilles et ceux de crapauds. Les parties muqueuses ne sont pas les seules qui participent ainsi au phénomène mécanique du transport des molécules aqueuses dans leur substance; la membrane du jaune se laisse aussi pénétrer d'eau, et tout le vitellus se gonfle à son tour, mais d'une manière beaucoup moins sensible. Lorsque les œufs n'ont point été fécondés, on les voit, après quarante-huit heures et même avant ce temps, devenir moins transparents, puis d'un bleu sale de plus en plus terne, enfin le jaune se couvrir de moisissures et se liquéfier au bout de six à dix jours, suivant que la température est plus ou moins élevée. Mais, quand la liqueur séminale du mâle les a atteints, le principe vital s'y manifeste presque aussitôt par des changements fort remarquables que nous allons indiquer dans le paragraphe suivant.

CHAPITRE II.

CONSTITUTION DE L'ŒUF DES BATRACIENS APRÈS LA FÉCONDATION.

Les œufs qui ont fait le sujet des observations dont nous devons nous occuper ont été recueillis en juin 1845, très-peu de temps après la ponte, et conservés dans la même eau des étangs où on les a trouvés. La température moyenne de cette eau a été de 21° centigrades, et sa composition chimique à peu de chose près celle de l'eau de la Seine. Du reste, celle-ci a été employée à dessein, par nous, pour servir de point de comparaison, et les œufs que nous y avons plongés se sont parfaitement développés sans variation aucune, quant à la durée de l'évolution embryonnaire. Nous avons aussi mis des œufs fécondés dans de l'eau plus ou moins chargée de différentes matières salines ou contenant d'autres principes actifs à des degrés divers, et enfin dans de l'eau contenant des substances vénéneuses; mais il ne sera question de ces expériences qu'a la fin de cet article, et après que nous aurons exposé les faits relatifs aux changements survenus dans l'œuf pendant l'évolution normale.

Les œufs dont nous avons suivi la métamorphose sont ceux de la salamandre crêtée, ceux du crapaud commun et ceux de la grenouille verte. Toutefois, nous devons avouer que, malgré les recherches les plus actives et les plus persévérantes, il ne nous a pas été possible d'avoir des œufs au moment où ils viennent d'être fécondés. Toutes les tentatives que nous avons faites pour assister à la ponte des œufs ont été infructueuses. Les grenouilles et les salamandres que nous avions placées à cet effet dans un réservoir d'eau n'ont donné que des œufs non fécondés. Rusconi pourtant a pu de cette manière assister au moment de l'accouplement des grenouilles et à la ponte des œufs, ce qui lui a permis d'étudier toutes les phases du développement embryonnaire. Nous lui emprunterons donc les faits qu'il a si bien étudiés, sur

les œufs de grenouille, depuis le moment de la ponte jusqu'à la 17e heure seulement. A partir de ce moment, où apparaît le cercle qui deviendra plus tard l'anus, nos observations sont des plus complètes et ajoutent même, nous le pensons, aux connaissances déjà acquises à la science.

Les œufs examinés aussitôt après leur expulsion n'ont pas tous, d'après M. Rusconi, une forme ronde; on en voit même qui sont un peu flasques et ridés, mais un quart d'heure après ils paraissent tous parfaitement ronds. La partie brune de l'œuf est constamment tournée en haut lorsque la fécondation s'est opérée, et l'on peut, à l'aide de ce caractère fort simple, reconnaître tous ceux qui n'ont pas été fécondés. Rusconi a également observé qu'il existe sur la partie brune de l'hémisphère de l'œuf une tache ronde jaunâtre, au centre de laquelle on voit un point noirâtre, environné d'autres petits points de même couleur disposés en cercles. Cette tache jaunâtre est plus grande une heure après la ponte, mais après deux heures elle a disparu entièrement. Le célèbre auteur italien donne ces détails curieux et d'un grand intérêt, sans se rendre un compte exact des faits qu'il a observés. Pour lui, en effet, qui n'a point étudié l'œuf dans l'ovaire et suivi pas à pas sa composition, son développement, sa structure et ses métamorphoses, la tache jaunâtre située en haut et sur l'hémisphère brun de l'œuf n'a aucune signification. Mais ponr nous qui avons vu la marche ascensionnelle de la vésicule germinative, son refoulement vers la périphérie du vitellus, et son adossement à la membrane du jaune, nous n'hésitons pas à regarder ces points noirâtres disposés en cercle comme la véritable cicatricule correspondant au blastoderme. C'est sur cette partie de l'œuf en effet que les changements survenus après la fécondation s'observent. Avant de les faire connaître, voyons si nos observations relatives aux enveloppes de l'œuf diffèrent de celles admises jusqu'à ce jour. Pour ne parler que de MM. Dutrochet, Rusconi et Coste, nous dirons que les deux premiers de ces observateurs admettent une double enveloppe membraneuse, et, de plus, une couche de substance

glaireuse, que M. Dutrochet nomme coque de l'œuf, par analogie sans doute avec ce qui se passe chez la poule. Ni l'un ni l'autre de ces auteurs n'a précisé la nature et les rapports de ces enveloppes. Rusconi ajoute seulement que les deux sacs et la matière glaireuse qui entourent l'œuf ne paraissent avoir d'autre usage que de garantir le germe des petits chocs qui pourraient nuire à son développement. Ce qui le confirme dans cette opinion c'est que les œufs sur lesquels il a enlevé ces membranes ont pu continuer leur évolution sans éprouver le moindre retard. Quant à M. Coste, il pense que le vitellus n'est point contenu dans une seconde enveloppe propre, et que si l'on en admet une c'est qu'on a pris la matière glutineuse qui maintient rapprochés les grains vitellins, pour une membrane. Comme on le voit, il n'y a rien de bien déterminé à cet égard, et pourtant il est indispensable de savoir à quoi s'en tenir sur ces enveloppes avant de parler de la scission ou du fendillement successif du vitellus. D'après ce que nous avons déjà dit plus haut, l'œuf qui se détache de l'ovaire a une enveloppe vitelline, sur laquelle se fixe du mucus lors de son passage dans l'oviducte. Ce mucus ou cette glaire se condense à différents degrés sur la membrane vitelline, et de là résulte la formation des enveloppes membraneuses que l'on remarque sur les œufs de batraciens. Or, il y a pour les grenouilles deux couches solidifiées, et une couche de glaire très-fluide (voy. pl. II, fig. 1, 2, 10 à 15), tandis que, pour la salamandre crêtée, chaque œuf est contenu dans une membrane simple, transparente et très-résistante, qui a la forme d'un ovoïde allongé.

Nous avons pu enlever facilement ces enveloppes accessoires sur un grand nombre d'œufs fécondés de salamandre crêtée, au moment où le jaune commençait à perdre la forme sphérique, et nous avons toujours vu que non-seulement cette ablation ne nuit pas à l'évolution embryonnaire, mais qu'elle la fait, au contraire, s'achever un peu plus promptement qu'à l'ordinaire.

D'après cela, il est bien évident que les membranes dont l'œuf proprement dit s'entoure en traversant l'oviducte ne sont que

des membranes protectrices, et nullement des parties indispensables au développement de l'embryon. Quant à ce qui est relatif à la membrane vitelline, nous ne saurions nullement partager l'opinion des auteurs qui en admettent deux, l'une superposée à l'autre, et se séparant entre elles au moment où la masse du vitellus semble éprouver un retrait; cela prouve qu'on a pris la couche membraneuse accessoire de l'œuf pour la membrane vitelline. Cette méprise est possible sur un œuf de grenouille, puisqu'il y a deux membranes accessoires assez denses autour du jaune, indépendamment de la membrane vitelline, et que l'une d'elles se trouve tellement appliquée sur l'œuf, qu'on ne peut l'apercevoir qu'après que celui-ci a séjourné un certain temps dans l'eau. Aussi M. Rusconi n'a-t-il pu dépouiller les germes (c'est ainsi qu'il nomme l'œuf) de leurs enveloppes accessoires, qu'après la déformation du vitellus; c'est-à-dire que, quand celui-ci s'allonge un peu, alors la membrane vitelline accessoire n'en suit pas tous les contours et laisse sur les côtés un petit espace entre le germe et son enveloppe; c'est dans cet endroit qu'on peut, à l'aide d'aiguilles fines, déchirer cette membrane primitivement accolée sur la membrane vitelline. Il ne semble donc pas possible d'admettre, avec M. Coste, que le vitellus se déforme et se métamorphose, après la fécondation, sans la participation d'une membrane enveloppante ou de la membrane vitelline. On peut encore remarquer qu'à l'époque où les membranes accessoires de l'œuf de la grenouille sont très-développées et complétement séparées du vitellus, il est facile d'isoler entièrement ce dernier corps, et que, si l'on ne parvient pas toujours à en détacher la membrane vitelline, on en constate l'existence d'une manière indubitable en la lacérant; car alors les globules vitellins qu'elle contenait, ne se trouvant plus retenus, s'échappent dans toutes sortes de directions: ceci est la preuve évidente qu'ils étaient maintenus par une enveloppe membraneuse spéciale, indépendamment de la matière glutineuse.

Si l'on en veut d'ailleurs une preuve plus convaincante encore

il suffit de voir ce qui se passe chez l'œuf de la salamandre crêtée : là, on ne trouve qu'une seule membrane accessoire ; elle est épaisse, très-résistante, d'une transparence parfaite, et a la forme d'un ovoïde allongé. Dans sa cavité existe un liquide albumineux très-fluide, au milieu duquel l'œuf nage librement; eh bien, cet œuf, composé de la sphère germinative, du vitellus et de la membrane vitelline, se déforme petit à petit, après la fécondation, l'évolution embryonnaire s'achève, et pourtant aucune membrane ne se détache du vitellus pendant que ces changements ont lieu. Donc la membrane vitelline reste accolée au jaune, et sert bien évidemment de tégument à l'embryon.

Actuellement que nous savons à quoi nous en tenir sur les enveloppes propres et accessoires de l'œuf, voyons quels sont les changements de forme qu'affecte le vitellus.

Ce n'est qu'après quatre heures, à partir du moment de la fécondation, qu'un sillon assez profond coupe au milieu l'hémisphère brun, et s'étend même sur l'autre hémisphère.

Une heure après, un second sillon coupe le premier à angle droit, et s'étend de même que l'autre un tant soit peu sur l'hémisphère blanc.

Après six heures d'incubation, un troisième sillon horizontal, c'est-à-dire parallèle aux contours de l'hémisphère brun, vient couper les deux premiers, et ceux-ci se disposent de telle sorte que la surface de cet hémisphère perd entièrement la forme qu'elle avait une heure auparavant.

De deux heures en deux heures ensuite, jusqu'à la dix-septième exclusivement, de nouveaux sillons, mais moins profonds, sont venus couper en tous sens l'hémisphère brun et une grande partie de l'autre hémisphère, de façon que la surface de l'œuf est presque toute grenue et ses grains sont de plus en plus nombreux, petits et moins saillants.

Déjà ces faits remarquables du fendillement de l'œuf avaient été décrits avec soin par MM. Prévost et Dumas; mais de l'observation du phénomène on a cherché plus tard à passer à son

explication. M. Rusconi paraît fort disposé à admettre une sorte de cristallisation ou une opération au moyen de laquelle la nature prépare les molécules élémentaires des principaux systèmes. Mais si cette cristallisation est un moyen que la nature emploie pour mettre en jeu les matériaux devenus propres à constituer un organisme, pourquoi l'œuf de la salamandre ne présente-t-il rien en apparence de semblable à l'époque de l'évolution embryonnaire?

Une autre explication du fendillement de la surface de l'œuf a été donnée tout récemment par M. Coste. Cet observateur distingué pense qu'il s'accumule, par suite des phénomènes qui se passent dans le vitellus après la fécondation, une certaine quantité de graisse ou de matière huileuse dans le centre de la sphère vitelline; que cette boule graisseuse éprouve un étranglement d'où résultent deux sphères huileuses toujours placées au centre des granulations vitellines; que celles-ci se subdivisent de la même manière en d'autres boules graisseuses, et qu'enfin de cette subdivision successive résulte le sillonnement qu'on remarque sur la sphère vitelline. Bien que cette explication semble au premier abord assez satisfaisante, elle n'est plus qu'ingénieuse, après un examen attentif de ce qui se passe réellement pendant la métamorphose d'un œuf de grenouille fécondé. En effet, si l'on soumet à l'action du microscope solaire la substance du vitellus, au moment où apparaît le cercle anal et où, par conséquent, la répartition huileuse s'opérerait vers la périphérie; on obtient bien au daguerréotype la figure exacte des granulations, mais elles n'ont point l'apparence de ces taches noires qui décèlent la présence des sphères huileuses. Indépendamment de cela, l'éther sulfurique, qui a la propriété de faire disparaître instantanément les globules graisseux en les dissolvant, ne détruit pas ces granulations. Ces faits sont donc en désaccord avec ceux avancés par M. Coste relativement à la nature des granulations et à la répartition de la matière grasse dans la substance vitelline. Mais, indépendamment de ce résultat que nous avons obtenu, et qui nous semble concluant, il faudrait, pour

admettre la théorie de M. Coste, que l'observation directe nous montrât d'abord, au centre de la sphère vitelline d'un œuf non fécondé, la boule de graisse en question; or, nous n'avons jamais pu constater sa présence sur des œufs de grenouille que nous avons étudiés sous ce point de vue. Que si l'on objecte à cela que ce résultat négatif vient de ce que l'œuf n'était pas fécondé, il faudra dans ce cas admettre que toutes les parties huileuses éparses dans la substance vitelline sont soumises à une sorte d'appel qui les ramènerait au centre lors de la fécondation, d'où elles seraient de nouveau distribuées à la périphérie. En d'autres termes, pour que la segmentation du vitellus correspondît à la division successive de sphères huileuses, par un mécanisme quelconque, il faudrait que la boule de substance oléagineuse préexistât dans l'œuf à l'acte de la fécondation, ou bien qu'elle en fût la conséquence: dans le premier cas, il serait facile d'en constater l'existence, et nous n'avons rien vu de semblable, même en étudiant l'œuf dans l'ovaire; dans le second cas, les parties huileuses quitteraient la périphérie, au moyen d'une force attractive supposée, pour revenir vers elle presque aussitôt; ce qui est encore à démontrer. Quelle que soit, du reste, la cause du sillonnement du vitellus chez la grenouille, nous devons toujours la regarder comme un acte vital déterminé par la fécondation, et qui est le signal d'une nouvelle vie, de cette vie indépendante qui est communiquée par l'intervention du mâle. C'est le premier mouvement par lequel les matériaux de l'organisation se modifient et vont prendre la place qui leur convient, pour donner naissance à un nouvel individu. C'est le résultat de l'application d'une nouvelle force qu'ils s'identifient, qui s'accroît et se perpétue en eux de manière à pouvoir être par la suite communiquée à de nouveaux êtres.

Après cette première métamorphose, achevée vers la dix-septième heure de l'incubation, l'hémisphère blanc du vitellus n'a plus un fond aussi égal : un croissant de couleur brunâtre apparaît; puis, après sept heures environ, le cercle se complète, et ce

cercle que nous avons représenté (pl. I, fig. 1[a]) deviendra bientôt l'ouverture de l'anus. A cette période de l'évolution embryonnaire qui correspond à la vingt-quatrième heure de l'incubation, l'œuf présente une particularité vraiment remarquable; sur l'hémisphère blanc se dessine un cercle parfait, et ce cercle anal, vu à un faible grossissement, circonscrit une partie dont l'aspect nacré contraste singulièrement avec les autres points du vitellus. Toutes ces parties sont vues au travers d'une des membranes accessoires de l'œuf, qui, ainsi que nous l'avons représenté (pl. I, fig. 1 à 5), n'admet qu'un très-petit intervalle entre elle et la membrane vitelline. Celle-ci, quoique appliquée très-exactement sur le vitellus, semble pourtant s'en écarter un peu sur le point que circonscrit le bourrelet anal. La partie nacrée, en effet, n'est point sur le même niveau que le reste de la sphère vitelline, ce dont on peut s'assurer du reste facilement, en éclairant de côté l'œuf qu'on examine à la loupe. Dans ce cas, la portion du cercle anal qui ne reçoit point la lumière projette une ombre sur la surface nacrée, et cette ombre portée, que nous avons indiquée sur le dessin (pl. I, fig. 1′), est évidemment le résultat d'un défaut de nivellement.

La substance de l'œuf à cette période présente au microscope des granulations d'un volume bien inégal. (Voy. pl. I, fig. 1[b].) La disposition des grains vitellins est assez remarquable pour que nous en parlions; on voit autour d'un gros noyau plusieurs petits grains accolés à lui, et en voie de fusion pour ainsi dire, comme s'ils concouraient à son développement. Toutes ces particularités s'observent également sur une plaque métallique qui en a reçu l'image au microscope solaire et là les faits parlent d'eux-mêmes. La fusion de petits grains vitellins en d'autres plus volumineux, et la disparition de ceux-ci à mesure que les organes se forment, son tdonc un fait bien évident. Les fig. 6 et 16 du tableau représentent les granulations vitellines avant et après la 17[e] heure de l'incubation, et résument à cet égard tout ce qu'on pourrait dire sur ce point de l'ovologie embryonnaire. Mais si le microscope solaire

nous fournit la preuve irrécusable de ce qui se passe dans la disposition des grains vitellins, il est impuissant pour nous faire connaître les autres éléments qui entrent dans la composition du jaune. C'est ainsi, par exemple, que les parties huileuses, à l'état libre, ne sont point fidèlement représentées, et que leur présence dans d'autres éléments avec lesquels elles peuvent être plus ou moins combinées n'apparaît pas sous son véritable aspect. Aussi avons-nous eu recours, pour pouvoir déterminer la matière glutineuse ou visqueuse qui entre dans la composition du vitellus, à la dissolution aqueuse de baryte, qui en décèle à l'instant même la nature globuleuse. La dessiccation immédiate de ces globules, lorsqu'on les expose à l'action du microscope solaire, nous a empêchés d'en obtenir des images au daguerréotype. Du reste, comme nous les avons représentés ailleurs nous y reviendrons en décrivant l'albumine de l'œuf des oiseaux. Qu'il nous suffise de dire pour le moment que, si ces globules, beaucoup plus petits que les globules vitellins, existent véritablement, il est tout naturel d'admettre qu'ils entrent dans la composition des organes, soit en se combinant avec les grains vitellins, soit aussi en se combinant entre eux, pour former telle ou telle autre partie de l'organisme. Tout ce que nous venons d'exposer relativement aux changements survenus dans le vitellus, après la fécondation, s'est passé dans la première journée de l'incubation; nous allons maintenant nous occuper des autres phases de la métamorphose de l'œuf.

Dans les cinq ou six premières heures de la seconde journée d'incubation, c'est-à-dire huit heures environ après la formation du cercle anal, celui-ci s'est rétréci à tel point qu'il ne forme plus qu'une très-petite fente. (Fig. 2.) En même temps un véritable champ transparent s'établit au-dessus de l'anus; un sillon médian, qui part de cet orifice, se bifurque bientôt et circonscrit une surface triangulaire.

Tous ces changements s'effectuent dans le vitellus sans que la membrane vitelline s'en détache. Quant à l'enveloppe accessoire

de l'œuf, elle conserve encore les mêmes rapports avec la sphère vitelline, et n'est pas plus éloignée d'elle que dans les vingt-quatre premières heures de l'incubation.

Vers le milieu de la seconde journée, la ligne médiane du champ transparent ou le sillon médian s'est étendu (voy. fig. 3), l'aire triangulaire est plus petite, et, six heures après, l'anus est presque fermé. Donc l'œuf sur lequel l'ouverture anale du nouvel être se présente ainsi est arrivé à la 34me heure de l'incubation. Ce chiffre diffère peu de celui indiqué par M. Rusconi ; en général, les faits d'évolution embryonnaire que nous avons observés se sont montrés un peu plus tard, parce que la température moyenne que nous avions était de 21° centigr. tandis que M. Rusconi avait une température de 25° centigr.

De la 36me à la 40me heure, le sillon médian est plus prononcé, les masses latérales font plus de saillie, l'aire triangulaire est entourée d'un cercle clair qui semble lui former un capuchon. Ce même pourtour un peu renflé se rétrécit en se rapprochant du sillon médian, puis s'élargit bientôt en divergeant un peu et forme autour de l'anus une espèce de disque (voy. fig. 4 et 5). Jusque-là le vitellus conserve sa sphéricité, et la membrane accessoire qui contient l'œuf n'est pas plus éloignée de celui-ci qu'elle ne l'était à la fin de la première journée de l'incubation.

A partir de la 42me heure, jusqu'à la 54me environ, on remarque d'abord que le jaune commence à se déformer; le disque céphalique et le disque caudal n'existent plus; le sillon médian s'efface; les masses latérales se sont jointes sur tous les points; elles offrent un renflement qui correspond à l'endroit où sera la tête, et un renflement moins fort à l'extrémité opposée. Vu de ce côté, le vitellus (fig. 6) montre déjà le rachis bifide du têtard et la partie affectée à l'abdomen. Regardée de profil, (fig. 7), cette même ébauche montre encore mieux la partie céphalique, l'extrémité caudale et la région de l'abdomen. On peut, à cette période du développement, enlever facilement la membrane accessoire, parce qu'elle n'est plus aussi rapprochée de la péri-

phérie du vitellus, et cette petite soustraction de l'œuf n'empêche nullement l'évolution embryonnaire.

Après deux jours et demi, l'étranglement qui existait vers le milieu des masses latérales ne se voit plus; le renflement céphalique est plus prononcé; le renflement caudal s'efface, l'anus est toujours très-étroit; l'abdomen se dessine de plus en plus, et la membrane accessoire ne touche plus le têtard que sur deux points (voy. fig. 8 et 9). Vers la 65me heure, le sillon médian s'est converti en une saillie qui devient la crête rachidienne; la partie céphalique est très-prononcée. Antérieurement, se voient deux organes en forme de cône, sur les côtés des branchies rudimentaires; en avant, les narines, la bouche, les yeux. L'extrémité caudale est recourbée, arrondie et très-épaisse. L'abdomen est limité en haut par un étranglement cervical, en bas par l'anus, qui actuellement se trouve placé à la racine de la queue. C'est vers la fin de la période que nous décrivons, que nous avons remarqué les premiers mouvements de rotation du têtard. Tout l'animal alors tourne de gauche à droite sur son axe et avec une lenteur qui permet de bien observer toutes les parties de son corps. Si l'on déchire avec précaution la membrane accessoire de l'œuf, on en voit sortir un liquide aqueux et le petit têtard. Celui-ci, placé dans de l'eau ordinaire, va immédiatement au fond et exécute quelques mouvements.

Vers la fin du troisième jour, le têtard a une forme très-singulière : son rachis, y compris la tête et la queue, ressemble à une *s* italique quand on l'observe de profil, et son abdomen, à une cornue. Le sillon cervical (voy. fig. 12) limite parfaitement le cou de l'animal, sur lequel existe une légère saillie indiquant le mamelon branchial. Au-dessous de ce mamelon, se dessine le tube intestinal: il est large, droit et aboutit à l'ouverture anale non encore libre. Le petit têtard continue à tourner au milieu du liquide, qui pénètre par imbibition dans la moitié de l'enveloppe accessoire, mais le mouvement de rotation ne se fait plus autour de son axe: c'est la tête qui avance la première. Comme, à cette époque em-

bryonnaire, il est possible de bien isoler tout ce qui appartient à l'abdomen et tout ce qui fait partie du rachis, de la tête et de la queue, nous avons voulu savoir si les éléments appréciables qui entrent dans la composition des organes offrent une différence quelconque. Pour cela le microscope nous a encore aidés, et si nous n'avons pas reproduit au moyen du daguerréotype l'image des éléments constituants dont il va être question, nous les avons du moins représentés avec infiniment de soin (fig. 12^a et 12^b,). Or, voici ce qu'on observe lorsqu'on place sur le porte-objet la masse rachidienne du petit têtard, isolée entièrement de la masse abdominale. Une structure granuleuse apparaît, sans qu'on puisse distinguer la moindre cellulosité et sans qu'il soit possible de reconnaître une vésicule à noyau. En ajoutant une goutte d'eau distillée à cette substance granuleuse, et en la plaçant après cela entre deux plaques de verre, on observe qu'il y a une infinité de petits grains transparents, de forme irrégulière, et d'un volume évidemment plus petit que les grains vitellins (voy. fig. 12^a). Vue au même grossissement, la partie abdominale du têtard fournit des granulations transparentes également, mais elles ont une forme irrégulière, et sont sensiblement plus grosses que les précédentes (voy. fig. 12^b). A mesure que le têtard croît, le volume des granulations vitellines contenues dans le tube intestinal augmente, en sorte qu'elles ont environ le double de grosseur quand le têtard sort de ses enveloppes. (Voy. pl. II, fig. 4, la moitié gauche.) Afin de nous assurer ensuite des modifications que ces grains vitellins subissent dans le canal digestif, nous avons placé plusieurs têtards, qui venaient d'éclore, dans autant de verres à expériences, remplis d'eau de Seine filtrée, qu'il y avait de larves, pour pouvoir recueillir les matières excrémentitielles. Au bout de 24 à 36 heures seulement, il nous a été possible de vérifier les changements que les grains vitellins offrent. Eh bien, au lieu de grains transparents, ce ne sont plus que des espèces de grains irréguliers, qui ressemblent assez aux fragments de gros sel marin. (Voy. pl. II, fig. 4, côté droit.)

Ainsi, pour nous résumer, le produit de sécrétion de l'ovaire, traversant les membranes de l'œuf par endosmose, pénètre dans le vitellus et la vésicule germinative. Là, il subit des modifications chimiques, se condense, se divise en particules organiques, et donne naissance aux premiers rudiments du tissu cellulaire.

Parmi les cellules primitives, il en est qui, suivant les phases du développement organique, se combinent, s'agrégent, se développent, et entrent dans la formation normale des organes des têtards, tandis qu'il en est d'autres qui suivent des modifications inverses, se dégradent, dépérissent, et se convertissent finalement en un détritus amorphe.

Une partie des cellules de l'œuf des batraciens concourt donc directement à la formation de leurs organes, tandis qu'une autre partie ne peut y concourir qu'à la manière des aliments, c'est-à-dire, en se divisant en matière nutritive et en matière excrémentitielle. Toutefois on peut se demander si les granules vitellins, au lieu de se partager aussi nettement en deux parties, ne sont point tous appelés à subir une évolution complète et à faire partie de la texture des organes, et si le détritus observé ne provient pas de cellules qui, ayant parcouru toutes les phases de leur existence, doivent être éliminées du corps de l'animal, la même chose devant avoir lieu finalement pour toutes les autres. Quelle que soit l'opinion que l'on doive adopter, nous pouvons dire que les globules vitellins du poulet sont complétement absorbés dans un espace de 13 jours après la naissance, ou de 34 jours après le commencement de l'incubation.

Tout ce que nous venons d'exposer se passe au troisième jour de l'incubation. Dans le courant du quatrième, le têtard s'est beaucoup développé. On voit d'abord la place des yeux; l'ampoule branchiale augmente, l'échine se prononce de plus en plus, la queue s'allonge encore et est moins arrondie, l'anus fait suite à l'intestin, actuellement bien dessiné (voy. pl. I, fig. 13), et l'animal exécute des mouvements rapides qui lui permettent de changer facilement de position. Comme à cette période du dévelop-

pement il est possible de mettre à nu la moelle épinière et le cerveau, nous en avons profité pour soumettre la substance encéphalique à l'examen du microscope solaire. Malheureusement la planche que nous avions obtenue au daguerréotype a été détruite au lavage, ce qui nous a déterminés à en exécuter le dessin. Pour pouvoir bien distinguer les parties qui entrent dans la composition du tissu cérébro-spinal, il faut nécessairement se servir d'une assez grande quantité d'eau limpide. Alors on voit facilement les globules sphériques (fig. 13e) qui ont presque tous 1/2 centième de millimètre de diamètre. Le volume de ces globules contraste beaucoup avec celui des granulations trouvées sept ou huit heures auparavant dans la masse rachidienne, puisque ces dernières sont de moitié plus petites. Quoi qu'il en soit de ces faits, vérifiés un grand nombre de fois, nous avons pensé devoir les signaler afin de faire connaître toutes les métamorphoses que subissent les granulations vitellines primitives de l'œuf.

Vers la fin du quatrième jour (fig. 15) le jeune têtard a une tête volumineuse, la fente buccale s'est opérée à la suite d'une duplicature fort remarquable de la peau. (Pl. II, fig. 9.) Les masses conoïdes situées de chaque côté de la bouche constituent deux saillies à sommet peu élevé et noirâtre que M. Rusconi a regardées à tort comme de véritables crochets destinés aux besoins de l'animal et plus particulièrement affectés à le tenir accroché aux corps environnants. Ces masses conoïdes répondent aux hémisphères cérébraux et s'effacent à mesure que la tête se développe. Indépendamment de cela, le petit têtard présente, de chaque côté du cou, trois petits moignons branchiaux réunis par leur base, au-dessous desquels on remarque une fente tégumentaire. Les narines sont également indiquées. Les moignons branchiaux se développent de plus en plus, le sang traverse leur tissu, se creuse de nombreux sillons qui, plus tard seulement, constitueront de véritables vaisseaux à parois distinctes. Comme on observe très-facilement ce phénomène de formation des parois vasculaires sur les branchies des têtards de salamandres, nous avons préféré l'étudier sur ces

derniers. En même temps que ces changements s'effectuent, les narines se trouvent également indiquées par deux petits points ronds placés en avant de la tête. Le canal alimentaire est plus étroit et se termine en entonnoir du côté de l'anus. Toute la région vertébrale est surmontée d'une crête membraneuse; la queue s'est encore aplatie, allongée et recourbée du côté de la tête, au point de la toucher quand le têtard cherche à se déplacer. Les faisceaux musculaires qui la font mouvoir sont très-apparents. Aussi est-ce au moyen de ces organes que le petit animal s'agite constamment dans sa sphère remplie d'eau et qu'il fait des efforts pour rompre les membranes accessoires de l'œuf. C'est surtout au commencement du cinquième jour que le têtard distend fortement la première enveloppe accessoire; il la déforme quelquefois en s'allongeant, et finit par la déchirer pour en sortir. (Voy. pl. II, fig. 16.) Après ce premier succès l'animal a encore à traverser un mucus dense, une seconde membrane résistante, excentrique à la précédente, qui s'ouvre ordinairement en éclat en formant deux espèces de calottes, et une troisième couche muqueuse très-fluide qui établit autour de l'œuf une espèce de nuage. Ces diverses parties sont encore des obstacles à surmonter de la part du têtard. Aussi reste-t-il immobile pendant quelques heures avant d'essayer de nouveaux efforts. Il y en a même qui ne réussissent pas à pouvoir se dégager entièrement de cette triple prison, et meurent dans la substance muqueuse qui enveloppe les œufs de toutes parts. C'est le plus ordinairement dans le courant du cinquième jour que ces petits animaux parviennent à se dégager entièrement. Alors ils vont au fond de l'eau, se placent sur l'un des flancs et restent comme morts pendant assez longtemps. A cette période du développement on peut examiner les globules du sang; il suffit pour cela de couper la queue du têtard en travers : le sang sort alors des vaisseaux et se répand sur le porte-objet. On assiste dans ce cas à un spectacle fort curieux : au premier moment c'est un jet si rapide qu'il est impossible de distinguer autre chose qu'un flot de globules rouges se heurtant les uns contre les autres avec

beaucoup de violence; mais, quelques instants après, ces globules arrivent sur la plaque de verre avec plus de lenteur et, à mesure qu'ils sortent des vaisseaux, on les voit distinctement se mouvoir en tournant en haut le côté le plus étroit. On dirait que le noyau sert de lest aux globules et qu'il ne garde pas toujours le centre de son enveloppe. Du reste il est positif que la forme de ces globules est ovoïde et légèrement aplatie, qu'ils approchent sensiblement de la configuration d'un ellipsoïde à trois axes inégaux et qu'ils semblent flotter à la manière des poissons.

Nous avons représenté (fig. 13[d], pl. I) les globules du sang du têtard au quatrième jour révolu de son développement, afin de montrer leur volume et leurs formes diverses; nous avons également dessiné les globules du sang de la grenouille adulte (fig. 13[e]), pour que l'on puisse les confronter avec ceux du têtard; et enfin, comme terme de comparaison, et à un même grossissement, les globules du sang de l'homme (fig. 14). Ces mêmes figures ont été reproduites très-fidèlement sur des plaques daguerriennes qui ont été adressées à l'Académie. Ces préparations, obtenues au microscope solaire, font connaître toute l'utilité de l'application du daguerréotype à l'anatomie microscopique.

Nous allons résumer actuellement ce que nous avons dit dans les deux paragraphes précédents :

L'ovaire, dans la classe des amphibiens que nous avons étudiée, se prête parfaitement aux investigations anatomiques et physiologiques, par sa contexture, son volume, son mode de sécrétion et par la métamorphose rapide du produit sécrété, qu'on peut suivre sans difficultés.

Chez la grenouille et la salamandre, l'organe générateur de la femelle se compose d'un véritable sac, à parois minces, dans l'épaisseur desquelles l'œuf est sécrété. C'est dans le tissu capillaire sanguin le plus délié qu'apparaît, sous forme de gouttelette limpide et blanche, l'œuf naissant.

Aussitôt que cette sécrétion de l'ovaire a lieu, on distingue deux sphères concentriques qui ont l'apparence de bulles de savon.

A mesure que l'œuf se développe, on voit plus aisément l'emboîtement des deux sphères : l'interne est la vésicule germinative; l'externe, la vésicule vitelline.

Le liquide contenu dans un œuf encore transparent, mis en contact avec la dissolution de baryte, permet de distinguer au microscope une multitude de globules.

Quand on commence à apercevoir les granulations jaunâtres dans l'œuf, la vésicule germinative occupe le centre de la sphère vitelline, et les globules vitellins qui se forment entre la vésicule germinative et la membrane vitelline s'accumulent d'abord en un seul point de la sphère.

Plus tard, et à mesure que la sécrétion de l'ovaire fournit de nouveaux matériaux, les globules vitellins semblent entourer la vésicule germinative, qui est alors au centre du disque jaune.

A cette période du développement de l'œuf, la face interne du sac ovarien est garnie de petites élevures jaunes étroitement enlacées dans une couche de vaisseaux dont la disposition rappelle celle des artères et des veines choroïdiennes, et c'est cette couche de vaisseaux unis entre eux par du tissu cellulaire qui constitue le calice ou l'analogue de la vésicule de Graaf.

On peut, quand l'œuf est d'un jaune clair, déchirer son calice, le faire mouvoir dans un liquide, et s'assurer qu'il est toujours formé de deux sphères concentriques contenant de très-petites vésicules transparentes.

En ouvrant la membrane vitelline, on parvient à dégager la vésicule germinative, qui se trouve entourée du vitellus, et à la voir facilement.

Rien ne prouve que la vésicule germinative soit fixée au centre de la sphère vitelline, dans un repli membraneux; elle nous a paru, au contraire, libre et flottante au milieu des vésicules du jaune.

A une période plus avancée du développement de l'œuf, la vésicule germinative se porte vers la périphérie de la sphère vitelline.

Lorsque le jaune a acquis tout son accroissement, on ne retrouve plus la vésicule germinative au milieu de sa substance; elle s'est aplatie et accolée sur un point de la membrane vitelline, où se montre le germe après la fécondation. En effet, ce point du blastoderme, que M. Rusconi a bien décrit, sans toutefois lui assigner sa véritable fonction, est celui sur lequel on voit apparaître l'ébauche du têtard.

Celui-ci se développe de la circonférence au centre par deux masses latérales qui constitueront plus tard le rachis. En avant de ces parties, le vitellus qui reste est employé à la formation du canal intestinal. Mais avant la formation et le développement des organes, l'œuf fécondé subit, chez la grenouille, des changements fort remarquables, qui consistent dans le sillonnement successif de toute sa périphérie.

Pendant la durée de l'évolution embryonnaire, qui est de huit jours environ pour la grenouille verte, l'étude microscopique de l'œuf fait connaître les changements successifs qui se sont opérés dans la constitution du jaune.

L'apparition des vésicules et des granules qui composent l'œuf permet, en effet, de bien apprécier leur ordre de formation.

Le produit liquide sécrété par le calice traverse la membrane vitelline par endosmose, y subit une modification chimique et progressive qui donne naissance aux vésicules de la sphère germinative et à ceux de la sphère vitelline.

Les vésicules internes de la sphère germinative, chez la salamandre crêtée, sont simples et ont un diamètre qui varie de $0^{mm},004$ à $0^{mm},008$.

Les globules vitellins de la salamandre, venant d'œufs pris dans l'ovaire, ont généralement $0^{mm},004$ de diamètre; ce sont des cellules aplaties et ovoïdes qui ressemblent beaucoup aux globules du sang humain. Leur forme est donc celle d'un ellipsoïde à trois axes inégaux. Ce sont des cellules à noyaux. Le noyau central donne passage à la lumière polarisée et jouit probablement de la polarisation circulaire.

Le contact de la baryte sur ces cellules décèle souvent la présence de plusieurs noyaux vitellins sous une même enveloppe.

L'action de l'éther sulfurique ne modifie point sensiblement la composition de ces cellules primitives, ce qui prouve qu'elles ne renferment qu'une petite proportion de matières grasses.

Le sillonnement périphérique qu'on observe sur l'œuf de la grenouille fécondé ne reconnaît point pour cause le fractionnement de la substance huileuse, puisque cette huile n'est point à l'état libre.

Après l'acte fécondant, les grains vitellins et leur enveloppe se groupent autour des plus grandes cellules à noyaux, et disparaissent successivement à mesure qu'ils concourent à la formation des organes.

Nous n'avons jamais vu plusieurs cellules groupées ensemble contenues dans une grande cellule mère, ni de noyaux se développer en même temps et proportionnellement à leur enveloppe.

La métamorphose cellulaire consiste donc principalement dans les changements de composition; la forme et les rapports des parties constituantes des cellules varient peu.

La vésicule cellulaire semble préexister à son noyau, et c'est dans ce même ordre que s'effectue sa transformation : le point central se retrouve encore quand son enveloppe fait déjà partie d'un organe en formation.

Enfin la cellule simple et celle à noyau, qui sont en excès pour la formation des organes, se décomposent dans le tube intestinal au profit de la sustentation de tout l'organisme, qui, à son tour, s'élimine, pour s'approprier d'autres principes essentiels à la vie.

CHAPITRE III.

CONSTITUTION DE L'ŒUF DE LA COULEUVRE À COLLIER.

Bien que nous n'ayons pas eu occasion de suivre pas à pas l'évolution embryonnaire de la couleuvre, et que nous n'ayons pas pu constater au juste sur quel point s'effectue la fécondation, nos recherches à l'égard de la constitution de l'œuf sont suffi-

santes pour que nous puissions en tirer des conclusions rigoureuses et importantes à la fois.

Ce qui frappe au premier abord, quand on examine à l'intérieur un œuf de couleuvre pris dans l'oviducte, c'est l'absence de tout albumen condensé autour du jaune.

L'œuf est donc représenté, indépendamment de la coque molle qui se constitue dans l'oviducte, par un vitellus ovoïde et une vésicule germinative. D'après cela, on voit combien est peu fondée la division qu'on a voulu établir entre l'*ovule* et l'*œuf*, division que nous avons rejetée d'après les motifs qui ont été discutés au commencement du chapitre 1er de ce mémoire, et que le fait de l'ovition des ophidiens vient corroborer. En effet, si la fécondation a eu lieu dans l'oviducte, elle s'est opérée sans le secours d'une couche albumineuse; donc l'ovule, au sortir de l'ovaire, est un véritable œuf qui n'a pas besoin de se compléter pour être fécondé.

L'œuf de la couleuvre semble, du reste, tenir le milieu, quant à sa constitution, entre celui des batraciens, que nous avons déjà étudié, et celui de la poule, dont il nous reste à parler : aussi avons-nous pensé qu'il serait convenable d'intercaler le chapitre que nous lui consacrons entre deux points qui semblent les extrêmes l'un de l'autre. Cette partie de notre mémoire n'est point toutefois demandée par l'Académie : aussi espérons-nous qu'elle nous saura gré d'avoir dépassé les limites du programme pour ce qui concerne la détermination des espèces à étudier.

La solution d'une question aussi vaste qu'importante nous a également portés sur un autre terrain; et si les planches qui accompagnent ce mémoire ne renferment pas toutes les préparations que nous avons exécutées et qui constatent l'exactitude des faits, nous n'avons pas moins étendu nos recherches jusqu'au delà même des vertébrés, en étudiant les œufs des lymnées, ceux des planorbes, etc. afin de donner à notre travail toute la précision et tout le développement nécessaires.

Pour bien se rendre compte de l'état physique de l'œuf, il faut nécessairement assister à sa formation et à son développement:

aussi allons-nous procéder, dans ces nouvelles recherches, de la même manière que nous l'avons fait pour l'ovition des œufs de batraciens.

DE L'OVAIRE CHEZ LA COULEUVRE À COLLIER.

On trouve chez les ophidiens deux organes générateurs femelles, situés l'un à droite, l'autre à gauche du rachis, dans la vaste cavité thoraco-abdominale; leur position n'est point symétrique : celui de droite commence là où se termine à peu près celui de gauche; cette même position, échelonnée, s'observe également pour tous les organes similaires de ces animaux, tels que les reins, les oviductes et les testicules chez le mâle. Chaque sac ovarien se compose d'un long tube de la grosseur d'un tuyau de plume d'oie, tant que la saison des amours n'est point arrivée pour ces reptiles. Les parois de ces sacs sont très-résistantes et assez analogues à la tunique albuginée qui recouvre les testicules chez les mammifères. Les œufs ne se développent pas, comme chez les batraciens, sur tous les points du sac, mais seulement sur leur face antérieure. La manière dont la membrane albuginée les encadre les rend très-distincts au dehors : on dirait, en effet, que chaque cellule ovarienne ou calice est fixée dans la paroi du sac comme le verre d'une montre l'est dans son châssis. En ouvrant les cellules on voit que les œufs font une saillie d'autant plus grande qu'ils sont plus développés, et qu'ils sont logés dans l'épaisseur même des parois du calice, ainsi que cela s'observe chez la grenouille et chez la salamandre. Il y a encore une analogie à établir ici, c'est que le calice de chaque œuf se développe, tant chez les ophidiens que chez les batraciens, plutôt de la périphérie au centre de l'ovaire que du centre à la circonférence. Sous le rapport ensuite de la tunique albuginée, qui est très-résistante chez la couleuvre, l'ovaire des ophidiens a plus d'analogie avec celui des mammifères que celui-ci n'en a avec l'ovaire de la poule.

On a attribué à la structure particulière de la membrane enveloppante de l'ovaire la disposition en grappe des œufs, et pourtant, comme nous le disions tout à l'heure en parlant de la couleuvre, cette membrane est aussi résistante que celle des sauriens, qui, malgré cela, ont une véritable grappe ovarienne. Cette même densité s'observe également sur l'ovaire de la femme et chez l'ornithorhynque, bien qu'on ait représenté l'ovaire de celui-ci comme étant composé de calices distincts. On s'est même servi de ce caractère pour assigner à l'ornithorhynque une analogie de plus avec l'organisation des oiseaux, et en cela on s'est étrangement mépris, si nous en jugeons d'après les ovaires que nous avons sous les yeux. Du reste, la disposition anatomique de ces organes, sur laquelle les auteurs ont voulu s'appuyer au point de vue d'une classification, doit varier infiniment, suivant qu'on l'étudie aux différents âges de la vie ou aux époques de la reproduction. Il est donc plus rationnel de ne point baser sur ces données une division zoologique quelconque, et de rechercher plutôt les différences qu'il y a dans le volume de l'œuf, considéré chez tous les vertébrés au point de vue surtout des diverses métamorphoses qu'il subit et de ses usages. Il serait également curieux de connaître si le volume de l'œuf tient à une disposition particulière de l'ovaire. En examinant ce qui se passe chez la femme et chez tous les mammifères en général, nous voyons que l'œuf contenu dans l'ovaire est très-petit; que cet œuf, renfermé dans la vésicule de de Graaf, n'y est point seul; que son volume est loin de remplir la cavité qui le sécrète, et que conséquemment il ne se trouve pas en contact avec toute la paroi interne de la vésicule de de Graaf.

D'un autre côté, on voit chez les autres vertébrés, que l'œuf contenu dans l'ovaire est plus ou moins gros, qu'il est proportionnellement plus volumineux que celui des mammifères; qu'il est toujours contenu dans une cellule; que celle-ci ne sécrète en général qu'un œuf, et que cet œuf est logé dans la trame même des parois du calice.

D'après ces faits, que des observateurs peu attentifs peuvent seuls contester, on est en droit d'établir que les vésicules de de Graaf sécrètent chez les mammifères un œuf très-petit, incapable en général de fournir les matériaux suffisants à l'entier développement du nouvel être, et que le calice, analogue de la vésicule de de Graaf, fournit chez les autres vertébrés un œuf plus volumineux, qui, dans tous les cas, suffit aux besoins de l'embryon.

La vésicule de de Graaf et le calice ont donc cela de commun qu'ils sécrètent un œuf fécondable; mais leurs produits, quoique identiques, ne servent pas en totalité aux mêmes usages, ce qui permet d'établir une distinction entre l'ovaire à vésicule de de Graaf et l'ovaire à calice. Le premier fournit les éléments d'un nouvel être qui aura besoin de se mettre en rapport direct et immédiat avec la mère pour achever son développement; le second, au contraire, donne des produits qui servent à la formation et au développement du fœtus d'une manière tout à fait indépendante et sans le secours de la mère. On dirait, à voir ce qui se passe dans la vésicule de de Graaf et dans le calice, que la première sécrète des matériaux en excès, puisqu'ils n'entrent pas tous dans la constitution de l'œuf, tandis que le second fournit un produit qui est entièrement profitable à l'œuf. Après ces considérations, voyons comment apparaît l'œuf de la couleuvre à collier.

Les plus petits grains qu'on observe dans la paroi antérieure du sac ovarien sont ronds, transparents et fortement enchâssés dans le tissu formateur; ce tissu serré, quoique très-vasculaire, ne le paraît pas autant que celui des sacs ovariens des grenouilles et des salamandres; indépendamment de cela, il est très-difficile d'isoler un œuf qui est encore transparent, mais on peut l'examiner sur place et s'assurer qu'il est déjà composé de deux sphères concentriques : l'une interne, la vésicule germinative; l'autre externe, la vésicule vitelline. A mesure que l'œuf grossit, il perd sa transparence et devient oblong; si l'on examine le liquide transparent qui est contenu dans l'œuf, on le trouve composé de très-petites granulations vitellines et de petites taches jaunes qui sem-

blent être de la matière grasse, puisque l'éther les fait disparaître par son contact. Lorsque le jaune commence à se montrer dans l'œuf, la vésicule germinative paraît se déplacer du centre; pourtant elle occupe toujours le milieu de l'ovoïde. A mesure que le vitellus remplit la cavité vitelline en se substituant au liquide transparent, qui est son élément formateur, on remarque que la vésicule germinative gagne la périphérie. Un peu plus tard le jaune empêche de voir ce que devient cette vésicule; mais avant cela et quand elle est dans le liquide vitellin, encore transparent, on peut la dégager de son enveloppe et l'examiner isolément : sa transparence alors est d'autant plus grande qu'elle ne contient pas encore de granulations appréciables. Lorsque les granulations sont formées et qu'elles se réunissent sur un point de sa périphérie, on aperçoit la tache germinative de Wagner, et cette tache est, par rapport à la vésicule germinative, ce que la tache de grains vitellins est par rapport à la sphère vitelline; l'une et l'autre sont le résultat de l'agglomération de globules et de vésicules élémentaires, en un point déterminé de la périphérie interne du vitellus ou de la vésicule germinative. Quand l'œuf semble avoir acquis tout son développement, on trouve que la substance vitelline est composée de granulations très-distinctes et de vésicules huileuses plus grosses et plus nombreuses. Lorsque tous les œufs sont arrivés à maturité, l'ovaire présente un aspect fort curieux : c'est un véritable chapelet à grains jaunes interrompus par des étranglements du sac ovarien. La déhiscence des parois se fait sur le point enchâssé du sac, et, après la séparation de l'œuf, on trouve en ce même lieu une fente qui ne disparaît entièrement qu'au bout de quelques jours.

DE L'ŒUF DANS L'OVIDUCTE.

L'œuf qui arrive dans l'oviducte se compose de la membrane vitelline, du vitellus oblong et de la vésicule germinative, dont nous admettons toujours l'existence, quoiqu'elle ne soit plus dis-

tincte. La fécondation semble devoir s'effectuer dans le commencement de l'oviducte, puisque l'on trouve des œufs fécondés et très-avancés, dans le voisinage du pavillon de la trompe. Examiné en ce moment, l'œuf ne présente d'autre différence que celle de l'arrangement de ses parties constituantes. Les globules vitellins, en effet, sont groupés, soudés ensemble, et, de plus, ce que nous n'avions pas constaté sur les œufs fécondés de batraciens, il y a souvent une enveloppe commune, une véritable cellule mère qui en contient plusieurs. Quant aux taches huileuses, quoiqu'en proportions très-grandes, elles semblent déjà être moins nombreuses qu'avant la fécondation.

Indépendamment de ce que nous venons d'exposer relativement à la couleuvre à collier, nous devons ajouter que nos recherches ont également été suivies sur des œufs de la couleuvre lisse; mais, à leur égard, nous n'avons remarqué aucune différence quant à la formation, au développement et à la composition du jaune; la coque seulement, qui est opaque et très-épaisse pour les œufs de la couleuvre à collier, est fine et transparente pour ceux de la couleuvre lisse. Comme cette différence permet de mieux observer les œufs de cette dernière espèce d'ophidien, nous les avons préférés pour la composition d'une planche qui n'a pu être gravée, mais qui fait partie du mémoire adressé à l'Académie. Sur une des figures on aperçoit, au-dessous de la membrane qui représente la coque de l'œuf, le petit serpent enroulé et placé sur le vitellus.

Entre cette première enveloppe et le jaune se trouve la membrane vitelline, soulevée par l'allantoïde. Les vaisseaux nombreux qu'on distingue, même au travers de l'enveloppe de la coque, appartiennent à l'allantoïde; lorsqu'on enlève entièrement la coquille molle et transparente, on trouve l'embryon enveloppé de toutes parts dans la membrane allantoïdienne. En ouvrant cette seconde enveloppe à double feuillet on voit le fœtus enroulé et placé dans l'amnios, qui le tient très-étroitement accolé au vitellus; si l'on écarte alors le vitellus de l'amnios, on aperçoit le repli amnio-

tique qui se porte sur l'embryon et qui constitue le canal ombilical par où passent les vaisseaux omphalo-mésentériques et le pédicule de l'allantoïde.

Lorsque le fœtus a employé toute la substance vitelline, son incubation interne est achevée et les couleuvres pondent leurs œufs avant la sortie du fœtus. On peut retarder le moment de la ponte en mettant les couleuvres à la diète et en les exposant aux rayons du soleil; alors, d'après Geoffroy-Saint-Hilaire, qui le premier a fait cette expérience, les couleuvres, affaiblies par la diète, n'ont pas la force d'expulser les œufs, et comme la chaleur solaire active l'incubation, les petits éclosent dans l'oviducte même : de cette manière, les couleuvres, qui sont ovo-vivipares, deviennent vivipares, si l'on n'a égard qu'à la nature du produit expulsé. Quant à ce qui est relatif à la fonction respiratoire des œufs pendant l'incubation interne, il en sera question dans la partie physiologique, où nous traiterons de la respiration en général.

RÉSUMÉ.

L'ovaire de la couleuvre à collier a des parois résistantes et vasculaires fort analogues à celles de l'ovaire de la femme.

Le produit du sac ovarien est un œuf non entouré de liquide albumineux, composé de granules et de vésicules, comme celui des mammifères.

L'ovaire de la couleuvre est constitué de calices ayant la plus grande analogie avec ceux de la poule et ceux des batraciens. Le calice et la vésicule de de Graaf, toutefois, donnent des produits dissemblables en apparence : le premier ne fournit que l'œuf, le second donne un œuf et un liquide albumineux dans lequel on rencontre des granules et des vésicules de nature albumineuse.

L'œuf dans l'ovaire tant de la couleuvre à collier que de la couleuvre lisse se compose d'une sphère germinative et d'une sphère vitelline, l'une et l'autre remplies d'abord de sérosité limpide, puis de globules et de vésicules huileuses.

Pendant l'incubation, le vitellus est constitué de grains vitellins à enveloppes celluleuses et de taches huileuses.

Les grains vitellins s'agrégent, se confondent souvent et donnent lieu à une cellule mère.

La proportion de la matière huileuse diminue à mesure que l'incubation avance.

Les grains vitellins semblent être les derniers employés pour l'organisation du nouvel être.

L'œuf n'est composé que du vitellus quand il est fécondé, et cet œuf ne renferme point d'albumen à l'état libre.

La coque molle et résistante de l'œuf se forme dans l'oviducte; elle isole les parties constituant l'embryon du contact immédiat de l'oviducte; malgré cet isolement il faut que les parois de cet organe lui transmettent les matériaux ambiants nécessaires à l'oxygénation du sang, ou, ce qui est encore probable, que l'air arrive directement jusqu'aux œufs.

L'existence d'une allantoïde vasculaire comme celle des oiseaux doit avoir pour but la même fonction, c'est-à-dire une véritable respiration.

L'œuf de la couleuvre se trouve plutôt dans les conditions de celui des oiseaux que de celui des mammifères, en ce sens que le vitellus reste vasculaire jusqu'à la fin de l'incubation et que l'allantoïde ne se met pas en communication directe avec les vaisseaux de l'oviducte.

L'évolution embryonnaire des ophidiens est donc le résultat d'une incubation interne plus ou moins complète et plus ou moins indépendante des fluides nutritifs fournis par la mère.

CHAPITRE IV.

RECHERCHES DE PHYSIOLOGIE SUR LES ŒUFS AQUATIQUES DES AMPHIBIENS.

L'évolution embryonnaire des animaux, considérée au point de vue physiologique, comprend essentiellement les phénomènes relatifs à la nutrition. En effet, à cette époque de la vie, les phénomènes de relation et de reproduction sont nuls ou beaucoup moins importants. Aussi avons-nous mis tous nos soins à rechercher dans quelles conditions les aliments, pris en dehors de l'être, pouvaient lui être assimilés; en un mot, par quelle suite de modifications, des éléments inertes en apparence pouvaient prendre une forme organique et faire partie intégrante d'un être vivant, sous l'influence de l'impulsion donnée par la fécondation.

Avant de chercher à remonter à la cause des phénomènes, il était d'abord très-important d'examiner la composition d'un amphibien quelconque, pondant des œufs aquatiques, aux différentes phases de son évolution. La grenouille est l'animal que nous avons choisi, autant parce qu'elle est commune en France, que parce qu'elle se présente dans des conditions qui rendent l'observation des faits plus facile que cela ne pourrait être avec aucun autre animal.

COMPOSITION IMMÉDIATE DE LA GRENOUILLE À DIFFÉRENTS ÂGES.

Si l'on examine la composition des animaux au point de vue le plus général, on trouve qu'ils sont essentiellement formés, 1° d'eau qui les imprègne de toutes parts et qui est absolument essentielle à leur existence; 2° de matières organiques destructibles par la combustion; 3° d'éléments anorganiques qui se trouvent déposés dans ces derniers. Ce court examen démontre qu'il était convenable de rechercher avec soin les proportions

relatives de ces divers éléments aux différents âges des animaux. Nos observations, comme celles anatomiques d'ailleurs, ont été faites sur l'œuf non fécondé, pris dans l'ovaire, sur des têtards de différents âges et sur des grenouilles adultes. L'eau et les matières volatiles ont été déterminées par simple dessiccation; les quantités relatives de la matière organique et de la matière anorganique l'ont été par la combustion.

Cette dernière méthode, mise en pratique avec tous les soins possibles, pouvait ne pas donner les résultats que nous espérions en tirer, parce que plusieurs éléments fixes pouvaient être susceptibles de s'oxyder par la combustion, et de donner ainsi, par l'addition du poids de l'oxygène qui s'y serait fixé, un poids plus considérable que celui de ces mêmes éléments pris dans l'état où ils se trouvent dans l'animal.

Cependant, si l'on considère que cette méthode a donné des différences considérables lorsqu'elle était appliquée à des êtres de différents âges, on demeurera convaincu que l'oxydation entière des matériaux anorganiques n'aurait pu altérer le sens du résultat obtenu. Toutefois on sait que cela n'était à craindre que pour le soufre et le phosphore, et les résultats obtenus par M. Gobley, paraissant bien confirmés, lèvent complétement cette difficulté, puisqu'il a démontré que le soufre contenu dans l'œuf s'y trouvait à l'état de sulfate glycérique, et qu'il est bien possible que le même corps et le phosphore se trouvent, au moins en partie, soit dans le même état, soit dans un état semblable, dans les amphibiens.

Il ne suffisait pas de déterminer les quantités relatives de l'eau des matières organiques et anorganiques entrant dans la constitution de la grenouille à différents âges; il était aussi très-important de déterminer la nature et les quantités relatives des éléments organiques, aussi bien que ceux des éléments anorganiques; car ces éléments pouvaient varier par leur nature et par leurs proportions relatives. En effet, il suffit d'examiner les cendres résultant de la combustion des têtards pour être convaincu de la nécessité

d'une pareille recherche. Les cendres des plus jeunes têtards sont rouges comme du sesquioxyde ferrique, et cette couleur va en se dégradant jusqu'au blanc rosé à mesure que l'animal avance en âge.

EXAMEN DES MATÉRIAUX IMMÉDIATS, ORGANIQUES, ENTRANT DANS LA COMPOSITION DE LA GRENOUILLE.

Afin d'altérer le moins possible les éléments organiques entrant dans la constitution de la grenouille, nous avons employé les moyens analytiques les plus simples et nous n'avons fait usage, en premier lieu, que de dissolvants neutres : l'éther et l'eau.

Les grenouilles, desséchées dans une étuve, ont d'abord été traitées par le zyméther, dans le but d'en extraire les matières grasses; ensuite on a employé de l'eau à + 60 degrés pour enlever l'albumine, dans le cas où le zyméther ne l'aurait pas rendue insoluble, puis de l'eau bouillante pour enlever le tissu cellulaire à l'état de gélatine, puis de l'eau alcalisée, et enfin de l'eau acidulée.

Dessiccation. — Comme cela vient d'être dit, les grenouilles ont été desséchées dans une étuve : la température de cette étuve ne dépassait pas 60 degrés.

Pendant le temps qu'a duré cette opération, elles ont répandu une odeur forte et désagréable de poisson et d'acide phocénique. Avant et après l'opération les produits ont été pesés avec soin dans le même vase, de telle manière qu'il ne pouvait y avoir aucune perte due au mode d'expérimentation. Ce procédé, d'ailleurs, a été suivi pour toutes les autres opérations entreprises, soit sur les matières organiques, soit sur le résidu de leur combustion.

Traitement par l'éther. — Le traitement par l'éther a été fait dans des flacons bouchés. Les liquides provenant de ce traitement ont été distillés, puis desséchés à l'étuve et dans le vide. Le résidu est une huile brune, épaisse, d'une odeur analogue à celle qui se dégageait pendant la dessiccation des produits. Cette huile a une réaction légèrement acide; elle se saponifie par une dissolution de potasse bouillante, mais on s'aperçoit alors qu'elle est au moins

formée de deux matières différentes, dont une demeure suspendue dans la dissolution alcaline; l'alcool pur et bouillant la dissout, mais il se trouble un peu par le refroidissement. Cette matière huileuse diffère de l'huile des poissons par la propriété qu'elle a de se saponifier en partie.

Traitement par l'eau à + 60 degrés. — Le produit obtenu par ce traitement est brun, son odeur est fade; il ne se prend point en gelée par le refroidissement et ne se coagule pas par la chaleur; sa dissolution se trouble par l'alcool et le bichlorure mercurique; le tanin et le silicate potassique y font naître un précipité abondant.

La matière obtenue par l'eau à + 60 degrés n'est donc point de l'albumine proprement dite, puisqu'elle ne se coagule pas par la chaleur; mais elle est évidemment une matière albuminoïde par l'ensemble de ses propriétés.

Traitement par l'eau bouillante. — Le produit de ce traitement a une odeur de cantharides; il est d'un brun presque noir, et ne se prend point en gelée par le refroidissement. L'alcool, le bichlorure mercurique et le silicate potassique ne le précipitent point, la potasse caustique n'en éclaircit point la dissolution lorsqu'elle est trouble; l'azotate et l'acétate plombiques, surtout l'azotate équimercurique et le tanin, la précipitent complétement.

La matière obtenue par l'eau bouillante n'est évidemment point de la gélatine : elle en diffère par une foule de propriétés; elle se rapproche de l'osmazôme, ou extrait de viande, par ses propriétés chimiques.

Traitement par l'eau alcaline. — Le résidu des traitements précédents est à peine attaqué par l'eau rendue alcaline par un centième d'oxyde hydro-potassique, soit à la température ordinaire, soit à celle de l'ébullition. Ce traitement a été fait dans l'intention de dissoudre l'albumine, si elle se trouvait coagulée.

Les têtards noirs donnent une liqueur trouble; tous les autres donnent une liqueur claire. Le résidu des têtards gris, les troisièmes pour la grandeur et l'âge, se gonfle fortement, et c'est le seul; les autres résidus demeurent grenus et plus denses que la

liqueur au fond de laquelle ils se tiennent. Ce sont là les seuls faits observés dans cette opération.

Le traitement par la liqueur alcaline avait principalement pour but de séparer l'albumine, qui aurait pu être rendue insoluble dans l'eau par l'action du zyméther. Il est toutefois évident que ce dernier agent ne pouvait coaguler l'albumine, puisqu'elle était à l'état de dessiccation complète dans le produit animal auquel il a été appliqué.

Traitement par l'eau acidulée à 2 millièmes par le chlorure hydrique. — Ce traitement avait pour but d'enlever la fibrine qui aurait pu se trouver dans le résidu sec. Le produit obtenu n'a donné lieu à aucune réaction qui mérite d'être rapportée ici. Il devait détruire en même temps les carbonates, et dissoudre le phosphate calcaire.

RÉSUMÉ.

Il résulte de l'examen précédent que les batraciens, dans les premiers temps de leur existence, ne renferment pas les mêmes matériaux que ceux que l'on rencontre dans les animaux supérieurs : là point de véritable albumine, point de véritable tissu cellulaire, mais des matériaux spéciaux, matériaux nécessaires au genre d'existence des animaux qu'ils forment. Toutefois, la grenouille adulte a une composition qui se rapproche beaucoup plus de celle des animaux aériens.

Faut-il conclure de ces faits qu'il y a beaucoup plus de tissus élémentaires que les anatomistes ne l'admettent ordinairement ? La solution de cette question est de la plus haute importance et sera discutée dans un autre article. On trouvera dans le tableau suivant le résumé des expériences dont il a été question dans ce paragraphe [1].

Les nombres qui s'y trouvent se rapportent à la matière organique de l'animal, prise comme unité.

[1] Les têtards ont été pêchés les jours mêmes qui sont indiqués au tableau. On ignore l'âge des premiers, mais ils étaient encore fort jeunes, et il est éminemment probable que tous les

EXAMEN DE LA MATIÈRE COMBUSTIBLE DE LA GRENOUILLE,
DEPUIS L'ŒUF NON FÉCONDÉ, PRIS DANS L'OVAIRE, JUSQU'À L'ANIMAL ADULTE.

	E. ŒUFS pris dans l'ovaire. 1846.	F. TÊTARDS 27 avril 1845. Espèce grise. Étangs de Bellevue.	G. TÊTARDS 11 mai 1845. Espèce grise. Étangs de Bellevue.	H. TÊTARDS 12 juin 1845. Espèce grise. Étangs de Bellevue.	I. TÊTARDS très-forts à pattes postérieures. 21 août 1845. — Fontainebleau.	J. GRENOUILLES adultes. 1846.	K. TÊTARDS 9 juin 1845. Espèce noire. — Auteuil.	OBSERVATIONS.
Matière enlevée par l'éther	0,245	0,070	0,042	0,109	0,217	0,006	0,064	Huile brune, épaisse, légèrement acide, soluble dans l'alcool bouillant et saponifiable.
Matière enlevée par l'eau à + 60 degrés	0,110	0,300	0,304	0,233	0,505	0,224	0,350	Matière albuminoïde ne se coagulant point par la chaleur.
Matière enlevée par l'eau bouillante	0,049	0,030	0,134	0,132	0,008	0,272	0,045	Matière analogue à l'osmazôme.
Matière enlevée par l'oxyde hydro-potassique dilué	0,115	0,160	0,204	0,434	0,160	0,284	0,130	
Matière enlevée par le chlorure hydrique dilué	0,165	0,050	0,018	0,006	0,027	0,114	0,020	
Résidu	0,316	0,390	0,298	0,086	0,083	0,100	0,391	

La matière grasse varie chez les têtards, et va généralement en augmentant. Ce résultat, qui diffère de celui obtenu des œufs de poule soumis à l'incubation, n'offre cependant point une contradiction, parce que les têtards ont tiré leurs aliments du

têtards pêchés dans le même lieu sont de la même époque, de telle manière que la date de la pêche donne une idée de leur âge. Quant aux têtards n° 5, pêchés dans les environs de Fontainebleau, ils étaient près de se transformer en grenouilles, et étaient d'ailleurs d'une force telle que l'on en voit rarement de pareils dans les environs de Paris.

Les têtards n° 7 ont été pêchés dans l'étang d'Auteuil; ils sont de l'espèce noire et à peu près de la même taille que les têtards n° 2 : ils ont environ 2 centimètres de longueur, en y comprenant la queue. Pour les grenouilles, on a pris un mâle et une femelle; en outre, on a enlevé l'ovaire de cette dernière, afin de ne pas retrouver parmi les produits qu'elle pouvait donner ceux d'un organe étudié à part.

dehors et que la matière grasse a pu se produire et s'accumuler chez eux à mesure qu'ils ont pris de l'accroissement, en même temps qu'ils en détruisaient une certaine quantité; mais il a de l'importance pour établir la composition de ces animaux.

La matière albuminoïde entre en proportion considérable dans les forts têtards; elle varie du quart à la moitié du poids des matières organiques.

L'extrait obtenu par l'eau bouillante est en quantité très-variable : faible d'abord, il va en augmentant pour diminuer ensuite.

On voit que l'oxyde potassique et le chlorure hydrique n'ont point été sans action, et que les matières qu'ils ont extraites ont des poids assez notables; seulement, il faut remarquer que le chlorure hydrique a pu dissoudre du carbonate et du phosphate calciques, ainsi que de l'oxyde ferrique. Ne connaissant point la limite de l'action de ce réactif, nous n'avons point fait les calculs nécessaires pour déduire le poids de ces matières minérales de celui de la matière organique.

L'oviducte de la grenouille paraît être formé d'une matière animale spéciale qui jouit de la propriété d'absorber l'eau et de se gonfler fortement, comme l'ichthyocolle. Des grenouilles vivantes, l'abdomen ouvert, l'oviducte à nu, et plongées dans l'eau, nous ont présenté ce phénomène. Nous avons commencé l'étude de cette matière, étude qui ne peut trouver de place ici.

EXAMEN DU PRODUIT DE L'INCINÉRATION DE LA GRENOUILLE À DIFFÉRENTS ÂGES.

Le produit de l'incinération de la grenouille a été soumis à l'examen chimique. Les procédés mis en pratique ont été aussi simples que ceux dont il a été fait usage pour examiner la matière organique de cet animal. Nous n'avons employé que quelques dissolvants, tels que l'eau et des acides dilués ou concentrés. Le produit de la réaction était décanté à l'aide d'une pipette; le résidu était lavé, desséché et pesé dans le vase même où il avait été placé, de telle manière qu'il y restait jusqu'à la fin de l'analyse. Si ce procédé ne permet pas une séparation rigoureuse des

substances mélangées, il les donne telles qu'elles sont et sans aucune chance possible de perte. Les dissolvants ont été successivement : l'eau distillée, l'acétate et l'azotate hydriques dilués, puis le chlorure hydrique concentré.

L'eau enlevait des sulfates et des chlorures potassiques et sodiques;

L'acétate hydrique enlevait le carbonate calcique;

L'azotate hydrique dissolvait le phosphate calcique;

Le chlorure hydrique dissolvait principalement le sesquioxyde ferrique et l'alumine;

Le résidu était essentiellement formé d'acide silicique.

On trouvera dans le tableau suivant le résultat des expériences entreprises dans la direction qui vient d'être indiquée. Les animaux incinérés étaient exactement les mêmes que ceux qui ont fourni les matières organiques examinées dans le paragraphe précédent.

EXAMEN ANALYTIQUE DU RÉSIDU INCOMBUSTIBLE DE LA GRENOUILLE, DEPUIS L'ŒUF PRIS DANS L'OVAIRE JUSQU'À L'ANIMAL ADULTE.

	E. Œufs pris dans l'ovaire.	F. Têtards 27 avril 1845. Espèce grise. (Étangs de Bellevue.)	G. Têtards 11 mai 1845. Espèce grise. (Étangs de Bellevue.)	H. Têtards 12 juin 1845. Espèce grise. (Étangs de Bellevue.)	I. Têtards 21 août 1845. Pattes postérieures très-fortes.	J. Grenouilles adultes. 1846.	K. Têtards 9 juin 1845. Espèce noire. — Auteuil.	OBSERVATIONS.
Produits enlevés par l'eau..............	0,040	0,125	0,020	0,120	0,100	Indice de phosphate de potasse.	0,015	Sulfate et chlorure potassiques et sodiques.
Produits enlevés par l'acétate hydrique dilué.	Phosphate calcaire et phosphate ammoniaco-magnésien.	0,050	0,160	0,260	0,550	0,400	0,060	Carbonate calcique.
Produits enlevés par l'azotate hydrique dilué.		0,050	0,260	0,300	0,200	0,575	0,235	Phosphate calcique.
Produits enlevés par le chlorure hydrique concentré.		0,200	0,090	0,060	traces.	traces.	0,065	Sesquioxyde ferrique.
Résidu.		0,575	0,470	0,260	0,150	0,025	0,625	Acide silicique.

Les œufs pris dans l'ovaire de la grenouille ont été desséchés avec l'ovaire même; car il eût été trop long et trop difficile d'en séparer une quantité pouvant suffire à nos expériences. La masse des œufs l'emportait d'ailleurs de beaucoup sur celle des parties qui s'y trouvaient adhérentes. Ces œufs ont présenté la plus grande difficulté lorsqu'on a voulu les incinérer, parce qu'ils se recouvraient d'un vernis de phosphate fusible, que l'eau bouillante même ne pouvait enlever. Nous avons pourtant réussi à les brûler complétement, après les avoir mêlés avec un poids triple du leur de sulfate trimercurique (turbith minéral). Il n'est resté alors qu'un enduit vitreux, insoluble dans l'eau, qui ne put être enlevé du creuset que par l'azotate hydrique bouillant, et qui, après la dissolution, fut bien nettement reconnu pour être un mélange de phosphate trihydrique soluble dans l'eau et de phosphate magnésique contenant de la chaux. Le phosphate trihydrique venait, sans aucun doute, de la réaction de l'azotate hydrique sur le phosphate équihydrique résultant de la calcination; mais nous n'avons pas déterminé s'il provenait de phosphate hydroglycérique, comme les expériences de M. Gobley sur l'œuf de la poule pourraient le faire soupçonner, ou de phosphate ammoniaco-magnésien, comme on peut aussi le penser. Les cendres de ces œufs n'ont donc pu être soumises aux mêmes expériences que les cendres du têtard et de la grenouille; quoi qu'il en soit, la différence apportée dans les résultats par la fécondation et un nouveau mode de nutrition n'en est pas moins remarquable.

En consultant le tableau précédent, on voit que le carbonate calcique augmente avec l'âge; qu'il en est à peu près de même du phosphate calcique. La seule différence observée serait relative aux têtards gris; mais ces têtards étaient évidemment d'une autre espèce, et n'avaient point été pêchés dans le même lieu. Quant au sesquioxyde ferrique, sa présence en quantité très-considérable dans les cendres des jeunes têtards, et sa diminution rapide à mesure qu'ils avancent en âge, sont un fait extrêmement remarquable et tout à fait inattendu. Ce fait démontre que chez les gre-

nouilles, le rôle des matières anorganiques est rempli par des matières essentiellement différentes, selon l'âge de l'animal.

Le résidu, inattaquable par les acides, suit également une période décroissante.

Ainsi, en résumant, on voit que les matières anorganiques des jeunes têtards sont essentiellement représentées par du sesquioxyde de fer et de l'acide silicique, comme cela a lieu pour ce dernier corps chez certaines graminées, et qu'à mesure qu'ils avancent en âge, la proportion de ces éléments diminue peu à peu, et qu'ils se trouvent remplacés par les éléments ordinaires, bien connus, du squelette des animaux, le carbonate et le phosphate calciques.

Afin de donner une idée complète de la composition de la grenouille à ses différents âges, nous avons réuni en un seul tableau tous les éléments des tableaux précédents. Les quantités y sont rapportées à l'animal pris comme unité de poids.

RÉSUMÉ GÉNÉRAL ET COMPARATIF DE LA COMPOSITION DE LA GRENOUILLE AUX DIFFÉRENTES ÉPOQUES DE SON EXISTENCE, DEPUIS L'ŒUF NON FÉCONDÉ, PRIS DANS L'OVAIRE, JUSQU'À L'ÂGE ADULTE.

			E. Œufs pris dans l'ovaire. 1846.	F. Têtards gris pêchés dans les étangs de Bellevue. 27 avril 1845.	G. 11 mai 1845.	H. 12 juin 1845.	I. Têtards de Fontainebleau. 21 août 1845.	J. Grenouilles adultes. 1846.
Matières volatiles			0,5572	0,9347	0,9124	0,9015	0,9074	0,7741
Matières fixes..	combustibles...	Solubles dans le zyméther..	0,1041	0,0025	0,0023	0,0092	0,0178	0,0011
		Sol. dans l'eau à 60 degrés.	0,0467	0,0106	0,0168	0,0196	00,413	0,0425
		Sol. dans l'eau bouillante...	0,0208	0,0011	0,0074	0,0111	0,0006	0,0516
		Sol. dans l'eau alcaline....	0,0488	0,0057	0,0113	0,0365	0,0131	0,0539
		Sol. dans l'eau acidulée....	0,0701	0,0018	0,0009	0,0005	0,0022	0,0126
		Résidu insoluble..........	0,1345	0,0149	0,0069	0,0078	0,0070	0,0172
	incombustibles..	Solubles dans l'eau........	......	0,0038	0,0008	0,0017	0,0011	traces.
		Sol. dans l'acétate hydrique dilué................	0,0178	0,0005	0,0067	0,0037	0,0058	0,0164
		Sol. dans l'azotate hydrique dilué................		0,0005	0,0109	0,0043	0,0021	0,0207
		Sol. dans le chlorure hydr..		0,0062	0,0038	0,0004	traces	traces.
		Résidu..................		0,0177	0,0198	0,0037	0,0016	0,0099
			1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000	1,0000
RÉSUMÉ.								
Eau et matières volatiles			0,5572	0,9337	0,9124	0,9015	0,9074	0,7741
Matières combustibles			0,4250	0,0355	0,0456	0,0843	0,0819	0,1898
Matières incombustibles			0,0178	0,0308	0,0420	0,0142	0,0107	0,0361
			1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000

RECHERCHES SUR LES CONDITIONS NÉCESSAIRES AU DÉVELOPPEMENT DE L'EMBRYON DES BATRACIENS.

Les recherches précédentes nous ayant fait connaître la nature et les proportions des éléments constitutifs de la grenouille à différents âges, il reste à déterminer comment ces éléments parviennent à l'être vivant, comment ils se modifient, et dans quelles conditions ces phénomènes peuvent se produire. La cause première est évidemment la fécondation; viennent ensuite l'alimentation, la modification des aliments par la présence de l'oxygène, puis, enfin, l'influence de la lumière et d'une température convenable. Il est bien probable que l'électricité doit jouer un rôle important dans cet acte de la vie; mais nous n'avons rien trouvé qui ait pu nous permettre de le constater ni de l'affirmer. Pour nous, toutefois, la lumière, la chaleur et l'électricité dérivent d'une source commune, et ne sont que les modifications phénoménales ou apparentes du mouvement général qui détermine toutes les réactions indispensables à la formation et à l'organisation des êtres.

INFLUENCE DE LA FÉCONDATION.

Ainsi que cela a déjà été dit, lorsque l'œuf s'est détaché de l'ovaire, il ne peut avoir une vie indépendante sans l'influence fécondante du mâle. Sans elle tout y demeure stationnaire jusqu'à ce que commencent les phénomènes de la désorganisation ou la putréfaction. Lorsque l'œuf est fécondé, et qu'il est d'ailleurs entouré de toutes les conditions nécessaires à son développement, il apparaît un nouvel ordre de choses : tout s'anime, tout se meut; les granules, les cellules, changent de forme et de rapports; il s'en crée de nouvelles, l'être prend une forme qui varie, en se modifiant, jusqu'à ce que l'animal ait atteint son développement complet dans les circonstances où la vie existe actuellement à la surface du globe que nous habitons.

Pour que la fécondation s'opère, il faut que les animaux soient

dans de bonnes conditions hygiéniques, surtout les mâles. Si l'on soumet à une diète sévère des salamandres pleines et prêtes à pondre, elles s'émacient peu à peu, et leurs œufs sont résorbés dans l'ovaire. Si on les tient prisonnières dans une petite quantité d'eau, avec des mâles en quantité suffisante, même en leur donnant une nourriture abondante et en les soumettant à l'action solaire, elles pondent, mais la fécondation a rarement lieu : il leur faut la liberté pour que cette importante fonction s'accomplisse.

Les grenouilles, et tous les êtres vivants, d'ailleurs, subissent les influences météorologiques : si l'année est précoce, elles pondent de bonne heure ; mais il arrive quelquefois que la température baisse subitement, et leurs œufs ne sont point fécondés par les mâles : c'est ce qui est arrivé pour la majeure partie du frai de la grenouille verte, au commencement de 1845 : beaucoup d'œufs pris dans divers étangs n'étaient point fécondés et nous ont fait entreprendre beaucoup d'expériences qui n'ont pu être terminées; en 1844, 1843 et 1842, les œufs de la grenouille étaient, au contraire, bien fécondés et n'ont jamais failli de se développer dans le cours de nos observations.

Au commencement de cette année 1846, quatre couples de grenouilles vertes, dont les femelles étaient prêtes à pondre, placés dans un bassin abrité du soleil, ont bien donné des œufs, mais aucun d'eux n'était fécondé, quoique les mâles se soient constamment tenus sur les femelles.

Il faut donc, pour que la fécondation ait lieu, le concours d'une nourriture abondante, une température de + 12° au moins, de la lumière et même de la liberté. On verra qu'à la liberté près, les mêmes conditions sont indispensables au développement du germe.

INFLUENCE DE L'ALIMENTATION.

Il est évident que l'animal ne crée point les matériaux nécessaires à son existence, et qu'il les puise au dehors. S'il est bien

certain que les germes animaux puisent les éléments nécessaires à leur idification dans l'œuf même, il est aussi bien démontré que les œufs aériens empruntent quelque chose au fluide dans lequel ils sont plongés. Ne se pourrait-il point que les œufs aquatiques, qui sont immergés dans l'eau, empruntassent aussi quelque chose aux substances que ce liquide tient en dissolution? Nous démontrerons que cela est indispensable pour l'oxygène, que cela paraît être aussi indispensable pour les matériaux inorganiques, et peut-être même pour les matières organiques que l'eau pourrait contenir. En effet, M. Rusconi a déjà vu que des œufs de salamandre, privés de leur enveloppe et placés dans l'eau ordinaire, pouvaient y subir les différentes phases de leur évolution. Nous avons répété cette expérience, et nous avons vu que le développement de l'embryon *était même plus rapide que dans les circonstances ordinaires*. Quant aux matériaux anorganiques, ainsi que cela vient d'être dit, ils sont puisés dans le fluide ambiant; ceci est prouvé bien nettement par la comparaison des produits de l'incinération des œufs de grenouille avant la fécondation, et des œufs de têtards à divers degrés de développement. Les premiers ne contiennent nullement les éléments des derniers; par conséquent, ces éléments sont puisés au dehors. Nous pouvons le dire ici, d'ailleurs, l'appel de ces matériaux anorganiques est une chose indispensable à l'être animé; s'il n'avait point lieu, les particules organiques demeureraient sans consistance, et les tissus qui en sont formés, dépourvus de solidité, ne pourraient résister à la pesanteur, et conserver la forme qui est donnée par la puissance créatrice. Mais comment se fait-il que, selon l'âge de l'animal, il y ait un choix parmi les matériaux qui l'entourent? Comment se fait-il que les premiers diffèrent essentiellement des derniers, non-seulement par leur nature, leur proportion, mais encore par leur localisation? Le fer appartient principalement à la matière colorante du sang des animaux adultes; chez les jeunes têtards, il fait partie de tout l'être, et en quantité relativement très-considérable. Ce sont là des faits que nous sommes heureux

d'avoir pu constater, mais qu'il ne nous appartient pas encore d'expliquer.

INFLUENCE DE L'OXYGÈNE.

Si les aliments sont nécessaires au développement de l'animal, l'intervention de l'oxygène ne l'est pas moins. C'est ce qui ressortira pleinement des expériences dont le détail va suivre. Ces faits, d'ailleurs, comme on l'a vu dans la première partie de ce travail, sont complétement démontrés pour les œufs aériens. Il ne restait qu'à rechercher si la même chose avait lieu dans les animaux pondant des œufs aquatiques.

Pour soumettre les œufs des batraciens à l'influence de l'oxygène et de divers autres gaz, nous les avons introduits avec de l'eau dans des flacons à deux tubulures (pl. XVI, fig. 4). La tubulure moyenne de ces flacons était traversée par un tube très-rétréci à son extrémité inférieure qui plongeait dans le liquide, tandis que son extrémité supérieure était soudée à un tube plus large pouvant servir d'entonnoir, et auquel il était facile d'adapter un bouchon, soit pour le fermer, soit pour le faire communiquer avec un appareil générateur de gaz. La seconde tubulure recevait un tube à recueillir les gaz, dont la branche aspirante était longue, très-rétrécie à son ouverture et permettait de fermer l'appareil en la plongeant dans le liquide.

En plaçant des œufs de batraciens dans le flacon et le remplissant complétement d'eau, on pouvait y faire parvenir un gaz par la tubulure moyenne, tandis que l'eau sortait de la tubulure latérale. Lorsque l'expérience était terminée, il était facile d'obtenir une partie du gaz de l'appareil pour le soumettre à l'analyse. Pour cela il suffisait de verser de l'eau par la tubulure moyenne et de soulever la branche interne du tube latéral au-dessus du niveau de l'eau : le gaz se trouvait déplacé par le liquide afférent et s'écoulait par le tube latéral.

1° En avril 1842, des œufs de grenouille grise ont été intro-

duits dans une cloche qu'ils remplissaient complétement. Cette cloche a été ensuite renversée sur le mercure.

Pendant quelques jours on a vu les embryons se remuer; mais tout mouvement a bientôt cessé, et les animaux sont morts.

2° A la même époque, des œufs du même animal ont été introduits dans des flacons complétement remplis d'eau distillée, privée d'air par l'ébullition, puis ces flacons ont été bouchés hermétiquement.

On a vu les embryons se remuer pendant quelques jours; enfin ils sont tous morts en peu de temps.

Cette expérience a été faite dans l'obscurité et à la lumière solaire : elle a toujours donné le même résultat.

3° Le 1er avril 1844, à 1 heure 25 minutes, des œufs de grenouille, en bon état, ont été introduits dans trois flacons remplis d'eau distillée bouillie la veille et refroidie sans le contact de l'air. Les flacons ont été parfaitement bouchés sans qu'il s'y trouvât une seule bulle d'air. Ils ont été exposés au soleil, à une température de + 22 degrés et par un beau temps.

A 1 heure 45 minutes, trois nouveaux bocaux ont été préparés comme les précédents, mais ils avaient été remplis avec de l'eau de Seine aérée. En outre, des œufs de grenouille ont été placés à côté des précédents, dans l'eau de Seine en communication avec l'air ambiant.

Ces dispositions ont donné lieu aux observations suivantes :

Le 3 avril, tous les embryons de grenouille placés dans l'eau distillée bouillie étaient morts; ils étaient à demi sortis de leurs enveloppes. Les embryons placés dans l'eau de Seine privée du contact de l'air vivaient encore.

Le 4 avril, tous les embryons contenus dans un flacon d'eau de Seine étaient morts.

Le 5 avril, tous les embryons contenus dans les deux autres flacons vivaient encore et avaient pris un grand développement.

Le 10 avril, la moitié des têtards du dernier flacon étaient morts. Les têtards restants paraissaient se bien porter; cependant

ils sont morts successivement, et le 16 avril il n'en restait plus un seul vivant dans aucun flacon.

Les œufs placés à côté des précédents dans l'eau de Seine communiquant avec l'air libre se sont developpés lentement; mais les têtards qui en sont provenus se portaient encore très-bien le 21 avril, jour où l'expérience a été arrêtée.

4° Le 1er avril 1843, vingt œufs de grenouille grise ont été introduits dans un flacon contenant deux décilitres d'eau de Seine et trois décilitres d'air; ce flacon fut ensuite bien fermé. Tous les œufs sont éclos depuis le jour où l'on a commencé l'expérience jusqu'au 9 avril.

Tous les têtards produits furent très-agiles et parurent se bien porter; mais ils se sont très-peu développés. La même expérience a été répétée un grand nombre de fois avec le même résultat.

Ces expériences semblent démontrer que les têtards, après leur sortie de l'œuf, ont besoin d'aliments que les débris de leurs enveloppes ne peuvent leur procurer, et que l'oxygène n'est pas le seul agent qui leur soit indispensable.

5° Le 22 mai 1842, vingt têtards noirs, récemment éclos, ont été introduits dans un des flacons à deux tubulures décrits précédemment. Ce flacon contenait de l'eau aérée et de l'air.

Le 3 juin, ils étaient vivants et bien portants.

L'air du flacon, soumis à l'analyse, ne renfermait plus que 0, 20 d'oxygène; l'air en renfermant généralement 0, 008 de plus que cette quantité, il en résulte que ce qui manquait avait été consommé par les jeunes têtards.

En 1846, nous avons entrepris des expériences pour voir s'il se produisait de l'acide carbonique pendant l'évolution embryonnaire des batraciens; mais nous n'avons pu nous procurer que des œufs non fécondés, qui n'ont pu nous donner aucun résultat utile.

Les expériences toxicologiques faites avec l'acide carbonique et différents gaz, autres que l'air, complètent ce qui vient d'être dit, et démontrent la nécessité de l'intervention de l'oxygène,

pour que l'évolution embryonnaire des batraciens ait lieu. Ceci est, d'ailleurs, bien conforme à ce que nous avons observé chez les œufs aériens. Dans la partie toxicologique on trouvera, en outre, la preuve que les enveloppes des œufs des batraciens sont éminemment perméables aux liquides, et que c'est par imbibition et endosmose que l'eau aérée et chargée de matières salines parvient à l'embryon.

INFLUENCE DE LA CHALEUR ET DE LA LUMIÈRE.

Nous avons déjà eu occasion de dire qu'une température de 12 degrés au moins était nécessaire pour que l'évolution embryonnaire des batraciens pût se faire convenablement. Nous pouvons ajouter ici que la rapidité du développement est en rapport avec la température : quand elle est trop basse, il n'a pas lieu; quand elle est trop élevée, il marche lentement. Il est rapide, au contraire, si la température est élevée de 20 à 25 degrés. La lumière accélère aussi le développement des têtards. On sait depuis longtemps qu'on peut le retarder, pour ainsi dire, indéfiniment, en les plaçant dans un endroit obscur et dont la température est peu élevée, dans une cave par exemple.

Nous n'avons pu apprécier l'influence de l'électricité; mais nous devons dire que toutes les fois qu'une grande quantité de têtards a été conservée dans un volume d'eau, relativement faible, ils ont toujours péri lorsqu'un orage est survenu. Nous avons eu occasion d'observer ce fait un assez grand nombre de fois, dans la suite de nos recherches, qui ont duré plusieurs années, pour que nous puissions le considérer comme positif et constant. On sait, d'ailleurs, que le poisson, même adulte, périt dans les circonstances semblables.

CHAPITRE V.

EXPÉRIENCES TOXICOLOGIQUES SUR LES ŒUFS FÉCONDÉS DES BATRACIENS.

Pour compléter nos expériences sur les œufs des batraciens, nous les avons mis en rapport avec des agents pondérables de divers ordres, tels que des gaz irrespirables, des substances vénéneuses et quelques composés salins.

INFLUENCE DES GAZ IRRESPIRABLES.

Acide carbonique. — Le 1er avril 1842, des œufs de grenouille ont été introduits dans des flacons remplis d'eau distillée chargée d'acide carbonique; les flacons ont été ensuite bien bouchés et placés les uns à la lumière solaire, les autres dans l'obscurité. En peu de jours tous les embryons sont morts.

Le 1er avril 1843, l'expérience précédente a été répétée et a donné exactement le même résultat. Les embryons sont morts dans l'œuf. Le 10 avril ils étaient ratatinés, l'albumen interne était devenu opaque et adhérait après eux; l'albumen externe était considérablement dilaté.

Hydrogène. — Le 1er avril 1843, on a fait passer un courant d'hydrogène dans de l'eau où plongeaient de petits têtards, et l'air contenu dans la partie supérieure du flacon a été complétement remplacé par ce gaz. Le 10 avril, il y avait des animaux morts, mais il en restait encore de vivants. Nous pensons que de l'air est resté dans l'appareil. Un accident nous a empêchés de soumettre à l'analyse celui qui se trouvait dans le flacon.

Le 22 mai 1842, la même expérience a été faite dans l'appareil de la planche XVI, figure 4, décrit précédemment. Les têtards exécutaient des mouvements lents; ils paraissaient engourdis et ne donnèrent bientôt plus quelques signes de vie que lorsque

l'on agitait le vase qui les contenait. Ils sont tous morts en une heure.

Les expériences suivantes ont été faites sur des têtards récemment éclos.

Oxygène. — Le 22 mai 1842, vingt têtards de grenouille ont été introduits dans de l'eau où l'on a fait passer un courant d'oxygène.

Le 3 juin suivant, deux têtards sont morts, les autres paraissaient en bon état; l'eau était colorée en brun. Le gaz de l'appareil, soumis à l'analyse à la fin de l'expérience, n'a pas donné l'indice de la présence de l'acide carbonique et était composé ainsi qu'il suit :

Oxygène	0,316
Azote	0,684

De l'air est évidemment entré dans l'appareil, car l'azote s'y trouvait en trop grande quantité pour avoir pu être exhalé par les têtards. Si ces embryons ont pu résister à l'action d'une si grande quantité d'oxygène, cela tient évidemment au peu de solubilité de ce gaz dans l'eau, et si le gaz du flacon ne contenait pas d'acide carbonique, on peut l'attribuer à une action contraire de la part de ce dernier gaz.

Protoxyde d'azote. — Le 22 mai 1842, vingt petits têtards ont été introduits dans un flacon rempli d'eau distillée, où l'on a fait passer un courant de protoxyde d'azote. Les petits têtards ont paru beaucoup plus animés que ceux que l'on avait placés dans de l'eau aérée pour les observer comparativement; ils exécutaient des mouvements incohérents qui simulaient une espèce d'ivresse. Une heure après ils étaient tous morts.

INFLUENCE DES AGENTS VÉNÉNEUX.

Parmi les expériences entreprises avec différents sels ou des matières vénéneuses, nous appellerons l'attention sur celles faites

avec les sulfates de strychnine et de morphine parce qu'elles démontrent la perméabilité des enveloppes muqueuses des embryons des batraciens, et parce que chez ces animaux, si bas dans l'échelle des vertébrés, et seulement à l'état rudimentaire, ces substances agissent comme chez les mammifères adultes.

Sulfate de strychnine. — Le 1er avril 1843, un décigramme de strychnine a été dissous dans 2 décilitres d'eau à l'aide de la plus petite quantité possible de sulfate hydrique. Des œufs de grenouille et quelques petits têtards récemment éclos ont été introduits dans cette eau. Les têtards ont été immédiatement pris de convulsions violentes; ils exécutaient des mouvements rapides d'enroulement et de déroulement.

En peu de temps, ils sont tombés roides au fond du vase, et ne se sont plus relevés. En moins de cinq minutes, le liquide vénéneux a pénétré dans les œufs, et les animaux qui s'y trouvaient renfermés ont éprouvé les mêmes convulsions que les précédents. Ils se retournaient complétement dans l'œuf, et parvenaient à s'enrouler en sens inverse de leur position ordinaire.

Cette observation donne des résultats notables et précieux : l'un d'eux nous apprend que les enveloppes muqueuses des batraciens sont éminemment perméables aux liquides, qui peuvent les traverser en moins de cinq minutes; que c'est par cette voie que l'eau, chargée d'oxygène et de matières minérales qu'elle tient en dissolution, arrive facilement et rapidement aux embryons en traversant les enveloppes de l'œuf. Le second résultat, non moins intéressant que le premier, est que des animaux à l'état embryonnaire, chez lesquels on ne distingue encore aucune trace de nerfs, éprouvent le tétanos le plus violent sous l'influence de la strychnine, tout aussi bien que les animaux adultes les plus haut placés dans la série des êtres organisés.

On ne peut dire, dans le cas précédent, que le poison agit sur les racines antérieures des nerfs rachidiens, car il faudrait en admettre la présence, et l'on ne pourrait la démontrer. Mais de même que l'on a eu le tort de placer la force musculaire dans les

nerfs moteurs, de même a-t-on pu ne pas envisager convenablement l'action des poisons tétaniques en disant qu'ils agissent sur les racines antérieures des nerfs rachidiens. Il est peut-être plus convenable de dire qu'ils agissent sur les organes auxquels se distribuent ces rameaux nerveux. Quoi qu'il en soit, l'action de la strychnine sur les embryons des batraciens simplifie cette question de physiologie, et permettra d'en tirer des conséquences plus faciles et plus sûres[1].

Sulfate de morphine.—Le 1er avril 1843, un décigramme de morphine a été dissous dans deux décilitres d'eau de Seine à l'aide de la plus petite quantité possible de sulfate hydrique. On plongea dans cette dissolution vingt œufs de grenouille et quatre jeunes têtards vivants. Après quelques instants les animaux parurent engourdis et n'exécutèrent plus que des mouvements lents, et n'ayant aucun rapport avec les convulsions produites par la strychnine. Le lendemain, quelques animaux remuaient encore lentement lorsqu'on agitait le vase qui les renfermait. Le soir du même jour ils étaient tous morts ou paraissaient l'être.

Le 9 avril les œufs sont agglomérés, leurs albumens sont opacifiés, les animaux paraissent ratatinés et resserrés sur eux-mêmes.

Cyanure hydrique. — Le 2 avril, quatre gouttes de cyanure hydrique dilué avec environ son volume d'eau, ont été introduites dans deux décilitres d'eau de Seine; on y ajouta ensuite des œufs de grenouille qui y sont éclos, mais plus lentement que dans l'eau ordinaire, et les animaux d'ailleurs paraissaient moins vifs que de coutume. Le 9 avril ils vivaient encore.

[1] Ceux qui ont placé l'origine de la force motrice d'abord dans le cerveau, puis dans le cervelet, ont évidemment commis une erreur; en comparant les cétacés, les grands ophidiens et les grands poissons avec l'homme, on voit qu'il n'y a aucun rapport entre les masses encéphaliques et celles du système musculaire. Il faut encore ajouter à cette observation, que divers animaux articulés sont dépourvus de renflements nerveux comparables au cerveau et au cervelet, et n'en exécutent pas moins des mouvements. Toutefois, si le système nerveux n'est pas l'organe producteur de la force motrice des animaux, on peut dire qu'il en est le régulateur, et qu'il sert pour en soumettre une partie à la volonté de l'animal. Les poisons tétaniques ne font peut-être, toutefois, que rompre l'accord existant entre les différentes parties du système nerveux.

Il est remarquable que les composés de morphine et de strychnine exercent sur les jeunes têtards une action analogue ou semblable à celle que ces poisons exercent sur les mammifères adultes; il ne l'est pas moins que le cyanure hydrique, employé à une dose faible, il est vrai, vu sa dilution, ne produise aucun effet bien sensible, tandis qu'il agit avec une si grande énergie sur ces derniers animaux[1].

INFLUENCE DES SELS.

Nous avons expérimenté avec des sels que l'on trouve dans la nature et qui peuvent, par conséquent, exister dans les eaux habitées par les batraciens.

Les expériences qui suivent ont été faites en avril 1843 et 1844. Des œufs de grenouille ont toujours été placés en même temps dans de l'eau de Seine pour servir de terme de comparaison.

1. *Eau des puits de Paris ou dissolution saturée de sulfate calcique.* — Le 1er avril 1844, des œufs de batraciens ont été introduits dans de l'eau de puits bien limpide. Le lendemain 20 avril, il y avait plus de têtards éclos dans cette eau que dans l'eau de Seine. Cependant tous les œufs ne sont point éclos, et le 9 tous les embryons étaient morts.

2. *Bicarbonate calcique.* — Des œufs de grenouille placés dans la dissolution de ce sel sont morts le lendemain. Les albumens étaient opacifiés, surtout l'externe.

3. *Chlorure sodique.* — Des œufs de grenouille placés dans de l'eau contenant 0,02 de chlorure sodique ne sont point éclos. Les œufs avaient perdu un peu de leur transparence, et le lendemain les animaux qu'ils renfermaient paraissaient engourdis. Dès ce jour

[1] Nous sommes certains que le cyanure hydrique était bien vénéneux, car il nous a servi pour empoisonner un grand nombre de couleuvres d'Esculape, lisses et à collier, que nous avons disséquées. Nous avons trouvé qu'il déterminait une altération profonde des tissus qui n'a point encore été signalée jusqu'à ce jour : il les ramollit à tel point que nous avons été obligés de renoncer à son emploi, parce que les animaux qu'il avait tués ne peuvent plus être disséqués qu'avec une difficulté extrême.

on n'apercevait plus aucun mouvement. Le 9 les animaux étaient déformés et irréguliers; l'eau n'avait aucune mauvaise odeur.

Cette expérience a été répétée le 1er avril 1844. Des œufs de grenouille ont été mis à l'air libre dans des dissolutions contenant 0,01; 0,02 et 0,03 de sel marin. Le lendemain tous les animaux étaient morts.

Le 4 avril suivant, à 1 heure 30 minutes, on a introduit des œufs de grenouille dans de l'eau contenant 0,00166 ou $\frac{1}{600}$ de sel marin: tous les œufs sont éclos, et les têtards qui en sont sortis se portaient très-bien le 21 du même mois.

4. *Sulfate sodique.* — Le 1er avril 1844 une expérience analogue aux précédentes a été faite avec de l'eau contenant 0,01 de sulfate sodique. Les animaux sont morts le lendemain.

5. *Sulfate potassique.* — Le 2 avril 1843, des œufs de grenouille sont placés dans de l'eau contenant du sulfate potassique en quantité indéterminée. Les œufs sont éclos et les animaux périrent en 4 jours.

Le 1er avril 1844, à 3 heures de l'après-midi, des œufs de grenouille ont été introduits dans une dissolution contenant 0,01 de sulfate potassique. L'évolution a eu lieu très-lentement. Les animaux ont paru très-malades le 7; le 8, ils étaient tous morts.

6. *Azotate potassique.* — Le 2 avril 1843, des œufs de grenouille ont été placés dans une dissolution d'azotate potassique très-diluée. Les animaux qu'ils renfermaient sont morts en très-peu de temps. Le lendemain on en trouva quelques-uns d'éclos; mais ils sont tous morts.

Le 1er avril 1844 la même expérience a été répétée avec de l'eau contenant 0,01 d'azotate potassique. Le 4, les animaux étaient pliés sur eux-mêmes; ils ont eu des convulsions et sont morts le 5.

7. *Azotate sodique.* — Le même jour une autre expérience a été faite avec de l'eau contenant 0,01 d'azotate sodique; le résultat en a été le même.

8. *Sulfate magnésique.* — Le même jour encore une autre expérience a été commencée avec 0,01 de sulfate magnésique. Les

œufs s'y sont développés *plus rapidement que dans l'eau de Seine.* Les animaux qui en sont provenus se portaient encore très-bien le 21 avril, jour où l'on a arrêté l'expérience.

9. *Chlorure magnésique.* — Une expérience semblable à la précédente a été faite avec de l'eau contenant 0,01 de chlorure magnésique. Le 2 avril, les embryons étaient morts.

10. *Chlorure calcique.* — Avec de l'eau contenant 0,01 de chlorure calcique, les animaux sont très-malades; le 4 ils ont eu des convulsions; elles durèrent jusqu'au 16, où tous les animaux sont morts.

11. *Oxyde hydropotassique.*—Le 6 avril 1844, à midi 30 minutes, des œufs de grenouille ont été introduits dans de l'eau contenant 0,001 de potasse à l'alcool. Les embryons éprouvèrent de violentes convulsions dans l'œuf. Le 7 ils étaient tous morts et considérablement gonflés; ils avaient l'aspect d'une sphère noire dont le diamètre était au moins double de celui de la sphère vitelline primitive. Le lendemain la sphère était devenue blanchâtre.

Il y a eu dans cette circonstance un violent phénomène d'endosmose qui a considérablement distendu et amplifié la membrane vitelline, et qui doit être compté parmi les causes qui ont déterminé la mort des animaux.

12. *Carbonate potassique.* — Une expérience analogue à la précédente a été faite en même temps avec 0,001 de carbonate potassique. Les animaux sont morts le 18 avril, après être sortis de l'œuf; ils étaient tous repliés sur eux-mêmes.

13. *Acides dilués.* — Le phénomène d'endosmose, dont nous avions entrevu la possibilité, nous a engagés à faire usage d'acides dont l'action sur ces sortes de phénomènes est généralement différente de celle des alcalis, c'est-à-dire qu'elle détermine un courant de liquide en sens inverse.

Le même jour, 6 avril 1844, trois expériences ont été commencées à la même heure, et chacune avec 0,001 soit de chlorure, soit d'azotate, soit de sulfate hydrique.

Tous les embryons sont morts le lendemain. Les enveloppes

muqueuses des œufs placés dans l'eau chargée de chlorure et d'azotate hydriques étaient considérablement développées et devenues un peu opalines.

En employant les alcalis, l'endosmose a eu lieu au travers de la membrane vitelline; en employant les acides, elle a eu lieu dans les enveloppes de l'œuf.

RÉSUMÉ.

L'action du chlorure sodique et celle des sels en général est remarquable en ce qu'elle s'oppose au développement du têtard de la grenouille, et même qu'elle le tue d'une manière violente. Il faut faire une exception pour le sulfate magnésique qui la favorise d'une manière fort remarquable, et, l'on peut dire, bien inattendue.

CHAPITRE VI.

SUR LA CONSTITUTION DE L'OEUF DES OISEAUX AVANT LA FÉCONDATION.

Nous traiterons, dans cette partie de notre mémoire, 1° des particularités que présentent la formation et le développement de l'œuf avant la fécondation; 2° des changements qu'il éprouve lorsque, après la fécondation, il est soumis à l'incubation naturelle; 3° des phénomènes physiologiques de l'incubation; 4° enfin de l'action des agents toxiques sur les œufs soumis à l'incubation.

Cette marche est celle que nous avons déjà suivie en traitant des changements physiques et organiques qui se passent dans l'œuf des batraciens, depuis le moment de son apparition jusqu'à la naissance du têtard; seulement nous ferons remarquer que tandis que l'œuf des grenouilles et celui des salamandres sont fécondés après la ponte, et alors qu'ils sont complétement formés, celui de la poule l'est bien avant la composition de la coque et des deux albumines fournies par l'oviducte. Cette particularité, qui établit une

sorte de lacune entre les deux périodes d'évolution que nous admettons, sera complétée par la description des changements qu'éprouve l'œuf dans l'oviducte.

Étudié dans l'ovaire, l'œuf de la poule, quelque petit qu'il soit, se montre sous la forme de vésicule à demi transparente. Afin de bien le reconnaître et de mieux l'observer, nous avons injecté les artères et les veines qui se distribuent dans l'ovaire. Voici alors ce que nous avons remarqué de particulier : les vaisseaux artériels paraissent être en petit nombre comparativement aux veines, et la matière colorante qu'ils contiennent n'a pas atteint les dernières ramifications. Le système veineux, au contraire, est des plus riches, bien pénétré d'injections et présente des troncs beaucoup plus volumineux que les divisions artérielles du même ordre (pl. III, fig. 1). Quand on pousse un liquide coloré dans les veines d'un calice contenant un œuf qui est près d'en sortir, on voit à l'instant même toute la surface de ce calice injectée (fig. 3), ce qui prouve combien les anastomoses vasculaires sont nombreuses et largement établies. Nous reviendrons bientôt sur la disposition qu'affectent les vaisseaux qui se distribuent aux calices. L'aspect de l'ovaire de la poule, à l'époque de la ponte périodique, est fort remarquable. On y rencontre des œufs à tous les degrés de développement, mais ce sont surtout les plus petits qui sont en nombre considérable. Partout les artères et les veines circonscrivent également les nombreuses capsules ovariennes, et cela d'une manière très-régulière. Cependant tous les œufs ne s'accroissent pas également. Il est aussi une autre remarque à faire, c'est que les parties les plus développées sont situées très-souvent à côté de celles qui ne le sont pas du tout. Un gros œuf se trouve presque toujours accolé à un ou à plusieurs autres qui sont beaucoup plus petits, et cette différence tient à la répartition inégale des vaisseaux ovariens dans un but physiologique, celui de la ponte successive. Dans le cas où le calice prend de l'accroissement, il détourne à son profit toute l'activité vitale; ses vaisseaux se gonflent, s'étendent, se ramifient d'une manière toute particulière et

donnent lieu à une sécrétion abondante, tandis que le tissu ovarien qui circonscrit un autre œuf situé très-près du précédent, reste stationnaire et les vaisseaux qu'il contient ne participent pas à la même turgescence. Cette répartition d'activité formatrice, qui établit une gradation dans le développement successif des œufs, était bien nécessaire, tant pour éviter un volume trop considérable de l'ovaire, que pour permettre à l'oviducte la possibilité d'achever successivement la composition de chaque œuf. Ainsi donc, suivant les saisons et le mode de nutrition, la poule reçoit du dehors un stimulus qui est propre à faciliter le développement d'un certain nombre d'œufs. Les autres attendent de nouvelles conditions favorables pour leur accroissement ultérieur. D'après cela l'ovaire de la poule se prête convenablement à l'étude des changements physiques que nous avons à faire connaître.

Sans vouloir parler ici des nerfs et des vaisseaux lymphatiques qui entrent dans la composition de l'ovaire, nous dirons seulement que les artères et les veines, unies et maintenues en rapport entre elles par du tissu cellulaire et le péritoine, constituent l'organe sécréteur de l'œuf. Cet œuf apparaît, comme nous l'avons déjà dit, dans le tissu de l'ovaire, sous forme de vésicules à demi transparentes (voy. pl. III, fig. 1); il est entouré de vaisseaux disposés le plus souvent en pentagone, comme cela s'observe pour les œufs de salamandres et de grenouilles. A mesure que la substance vitelline s'accumule dans l'œuf, de petits corps sphériques de plus en plus prononcés font saillie sur la surface de l'ovaire. Alors le calice se développe, les vaisseaux nombreux de ces parois prennent un volume énorme; les dernières ramifications se portent vers les parties qui s'éloignent le plus du pédicule du calice, pour se rendre dans une espèce de sinus longitudinal situé de chaque côté d'une demi-zone blanchâtre nommée *stigma*. Cette partie du calice ne serait point vasculaire d'après la plupart des auteurs; pourtant nous avons vu et figuré (pl. III, fig. 2) les radicules veineuses qui se détachent de chaque sinus

du stigma et qui vont les unes à la rencontre des autres. A la vérité ces radicules vasculaires ne s'anastomosent pas entre elles d'une manière visible, mais il suffit de voir l'injection dans ces veinules pour se rendre compte des communications qui doivent exister entre elles. Il en est de ces vaisseaux du stigma comme de ceux de la conjonctive oculaire, qui semblent s'arrêter sur le pourtour de la cornée transparente, bien qu'en réalité ils se continuent sur elle, ainsi que le prouve la coloration en rouge des vaisseaux de la conjonctive oculaire dans certaines ophthalmies chroniques. Quoi qu'il en soit, du reste, de ce fait, toujours est-il que le stigma devient le point du calice où s'établit l'ouverture naturelle pour le passage de l'œuf. Chez les batraciens que nous avons étudiés, les choses ne semblent pas se passer tout à fait ainsi, puisque, comme nous l'avons dit, les vaisseaux des sacs ovariens forment autour du calice, très-fin chez ces animaux, un réseau non interrompu. Il est vrai de dire cependant que cette communication vasculaire, très-fine, ne s'observe que quand l'injection a parfaitement réussi; ce qui n'infirmerait pas d'une manière absolue la présence d'un véritable stigma analogue à celui de la poule. Nous insistons sur ce fait anatomique parce qu'il rend compte de la sortie de l'œuf du calice sans qu'il y ait épanchement de sang dans la cavité péritonéale. En revenant actuellement sur ce que nous disions tout à l'heure du calice chez la poule, nous voyons qu'à mesure que l'œuf se développe, les parois de la capsule qui le contient et qui fournit les matériaux nécessaires à son accroissement s'épaississent de plus en plus, excepté vers le point qui correspond au stigma. On dirait que cette partie subit, par rapport aux autres points du calice, les mêmes phases que le col utérin éprouve pendant la durée de la gestation. Dans l'un comme dans l'autre cas, en effet, l'hypertrophie porte sur le point formateur ou nutritif de l'organe, et l'atrophie sur celui qui doit favoriser l'expulsion du produit sécrété ou du produit qui est en incubation. Indépendamment de cette analogie, l'ovaire serait l'utérus *primitif* ou *de formation* et la cavité utérine ou l'oviducte, l'utérus

complémentaire; le premier élabore et achève la formation de l'œuf chez la plupart des animaux; le second ne sert qu'à son développement ultérieur et à la formation de ses parties accessoires, chez plusieurs classes de vertébrés.

L'utérus primitif est constant, invariablement le même sous diverses formes; l'utérus complémentaire, au contraire, qui n'est chez les mammifères qu'un appendice de l'oviducte, se dégrade très-promptement dans cette même classe, puisque nous le voyons se modifier rapidement en passant de l'homme et du singe aux rongeurs, aux ruminants, etc. Sa dégradation en un simple canal oviducte pour les oiseaux, les amphibiens, la plupart des poissons, etc. va jusqu'au point de l'annihiler, dans cette dernière classe, chez les lamproies et les myxinées, surtout, où il est remplacé par la cavité abdominale, faisant alors les fonctions d'oviducte. D'après ce qui précède, l'ovaire, organe indispensable de la reproduction, accouche, si l'on peut se servir de cette expression, d'un œuf, qui, dans la plus grande généralité des cas, est complet, c'est-à-dire apte à être fécondé et à servir seul d'élément essentiel au nouvel être; tandis que l'utérus ou l'oviducte, organe accessoire de l'appareil reproducteur, fournit à l'œuf de nouveaux éléments utiles, et lui sert quelquefois de lieu d'incubation.

Tout ce qui précède a rapport aux changements physiques qu'on peut observer au dehors de l'ovaire et sur les calices.

Voyons actuellement de quelle manière se comporte le système vasculaire dans ses dernières divisions capillaires, et surtout comment l'œuf se constitue.

En procédant du dehors au dedans pour l'étude des vaisseaux, nous voyons (pl. III, fig. 3) que les troncs artériels et veineux sont tellement adhérents au péritoine, au moyen du tissu cellulaire, qu'il est impossible d'enlever cette membrane séreuse sans détacher en même temps les troncs vasculaires. Ceux-ci forment un réseau à larges mailles et très-superficiel, qui entoure tout le calice. Chaque branche fournit ensuite des ramuscules innom-

brables qui constituent une seconde couche épaisse de vaisseaux dont la disposition interne est fort remarquable. Pour l'observer, il faut prendre un calice déjà bien développé, le fendre, en extraire l'œuf et l'examiner sous l'eau à un grossissement de 15 à 20 diamètres. On voit alors (pl. III, fig. 4) que toute sa face interne, qui semble lisse à l'œil nu, est parsemée de *petites étoiles* détachées du fond et situées très-près les unes des autres; que celles-ci sont formées par des vaisseaux qui s'irradient du centre à la circonférence, et qu'il n'y a jamais d'anastomoses entre les capillaires de chaque étoile. Cette disposition rappelle, d'une manière frappante, celle des taches vasculaires qu'on remarque sur la peau du poulpe parmi les mollusques céphalopodes. Mais tandis qu'ici les taches stelliformes sont formées par des vaisseaux cutanés qui tous s'abouchent entre eux, celles du calice, chez la poule, restent indépendantes les unes des autres et sont surmontées d'un pédicule, absolument comme le sont certains champignons sur leur tige. On acquiert la certitude de ce fait en plaçant, comme nous l'avons dit plus haut, la pièce qu'on observe sous une couche de liquide et en touchant légèrement avec une aiguille le pourtour radié des petites étoiles. Par ce moyen fort simple, on peut s'assurer également qu'elles sont toutes soutenues par un pédicule vasculaire (voy. fig. 5 et 6) qui s'épanouit à la manière des branchies de certains annélides, ou, plus exactement encore, comme les villosités du chorion de l'œuf chez la jument.

D'après cela, la paroi interne du calice, chez la poule, offre une surface hérissée de vaisseaux, une *cavité villeuse*, cavité où est déposé le premier élément formateur de l'œuf par suite d'une véritable sécrétion et non, comme quelques anatomistes le croient, à l'aide d'un bourgeonnement de la cellule ovarienne. Mais de quelle nature cet élément est-il?

Nous avons déjà dit que les plus petits œufs, qui apparaissent dans le tissu de l'ovaire, sont formés d'une vésicule à demi transparente. Quand on les examine à un fort grossissement, on distingue dans leur cavité quelques granulations vitellines qui sont placées

sur un point seulement de sa périphérie. A cette époque, toutefois, il est très-difficile d'isoler complétement un œuf de l'ovaire; ce qui empêche de connaître, d'une manière bien exacte, sa constitution. Un peu plus tard, ce même œuf, bien qu'emprisonné par le tissu de l'ovaire, peut plus facilement en être isolé, et représente, lorsqu'il est écrasé entre deux lames de verre, une tache jaunâtre qui est composée de grains vitellins, de taches huileuses et de quelques vésicules simples ou à noyaux. Lorsque les œufs ont atteint le volume d'un grain de millet, ils présentent toujours un côté de la sphère transparente et l'autre opaque et d'une couleur jaunâtre. En examinant attentivement alors le centre de cette dernière, on y aperçoit un point assez clair qui semble toucher la membrane vitelline. A un grossissement de 110 diamètres, on peut distinguer les grains vitellins disposés en disques autour d'une petite vésicule, qui est la sphère germinative.

On réussit assez souvent, à l'aide d'aiguilles, à déchirer la membrane vitelline et à en faire sortir la vésicule germinative intacte. Elle est un peu plus petite que celle qu'on trouve chez les batraciens, mais elle n'en diffère pas, du reste, quant à sa composition. Elle a l'aspect d'une bulle de savon, dans laquelle on aperçoit des vésicules simples, sans aucune tache ni noyau central. Lorsqu'on peut réunir plusieurs vésicules germinatives sur une plaque en verre et qu'on les rompt, la partie où elles étaient déposées est marquée par une gouttelette de liquide transparent. Examinée à un fort grossissement, cette liqueur transparente ne présente plus la moindre trace de vésicules. Même chose nous est arrivée quand nous avons voulu connaître, à l'aide du microscope, la nature du liquide contenu dans la vésicule germinative prise sur des grenouilles ou des salamandres. Mais, dans l'un comme dans l'autre cas, lorsque nous avons eu recours à la dissolution aqueuse de baryte, il nous a été possible de constater la présence de globules analogues à ceux que l'on obtient en mettant en contact l'albumine liquide avec la baryte.

A mesure que l'œuf grossit, le vitellus remplit toute la cavité

que circonscrit la membrane vitelline. Si, à cette période du développement, on cherche le point où est placée la vésicule germinative, on la trouve au centre de la tache blanchâtre qui constitue la cicatricule embryonnaire ou le disque prolifère déjà apparent sur le jaune. Nous avons, à cette même époque du développement, recherché sur un grand nombre d'œufs quels sont les rapports qui existent entre la membrane vitelline et la vésicule germinative, et voici, à cet égard, ce que nous avons pu constater. Lorsqu'on parvient à déchirer l'enveloppe du vitellus, il s'en échappe une certaine quantité de granulations vitellines, mais on ne voit plus parmi elles la vésicule germinative. Celle-ci reste appliquée à la face interne de la membrane vitelline dans le disque prolifère formé de l'agglomération de sphères huileuses et de grains vitellins unis entre eux par une substance visqueuse. Indépendamment du disque, on remarque une couche granuleuse qui se continue avec lui sous forme de membrane pour revêtir petit à petit toute la face interne de la membrane vitelline. C'est à cette couche que l'on a donné à tort, suivant nous, la dénomination de membrane et de vésicule blastodermique. Le blastoderme, d'après son étymologie, doit indiquer le rudiment du germe; or, ce rudiment ne dépasse pas la cicatricule ou le disque prolifère, puisque c'est là que la vésicule germinative ou son contenu, invariablement fixé, ébauche le nouvel être. Sans doute que plus tard on verra entrer en ligne de compte, pour la formation du poulet, d'autres éléments du jaune, ceux surtout qui sont disposés en une couche membraneuse à la périphérie du vitellus; mais ces parties-là ne constituent pas l'état primitif du germe, le point de départ de l'embryon chez la poule, ainsi que le veut M. Coste. Tout le vitellus périphérique, qu'il désigne sous le nom de *blaste*, n'est pas, en effet, le rudiment du poulet, puisque le jaune est en excès pour la formation des organes.

Cet excès de matière organique ne semble pas avoir lieu chez les batraciens, ce qui justifie la dénomination de germe donnée par M. Rusconi à l'œuf tout entier. Cependant la différence ici

n'est qu'apparente, puisque nous avons vu que le point de départ de la formation du têtard correspond à la vésicule germinative, et que le jaune, quoique renfermé dans le tube intestinal, n'en est pas moins en excès pour la formation des organes, car il devient alors substance alimentaire seulement.

D'après cela et pour ne point établir dans le langage ovologique une confusion préjudiciable à la science, nous désignerons par le mot *blastoderme* la seule partie qui se trouve circonscrite par le disque prolifère.

A une époque plus avancée du développement de l'œuf, et lorsqu'il a acquis les conditions essentielles pour l'acte de la fécondation, le calice s'ouvre par son stigma et l'abandonne. Le plus ordinairement alors le pavillon de l'oviducte le saisit au moment même où il est expulsé de l'ovaire, mais il arrive quelquefois que l'œuf tombe dans la cavité péritonéale. Dans ce cas, nous l'avons trouvé, une fois, entier et recouvert d'une exsudation blanchâtre peu épaisse, et dans un autre cas rompu, en partie vide, et la membrane vitelline, tapissée par une couche visqueuse, fortement enroulée sur elle-même. Ces œufs, ainsi échappés au conduit oviducte, sont promptement détruits et résorbés dans la cavité péritonéale sans qu'ils déterminent d'accidents inflammatoires bien notables. Le fait de la déviation des œufs de leur marche naturelle et le fait positif de leur décomposition rapide dans le lieu anormal où ils arrivent, méritent de fixer toute notre attention. C'est surtout au point de vue de la fécondation que cela offre de l'intérêt; en effet, on est encore aujourd'hui peu d'accord sur le point où s'effectue la rencontre de l'œuf avec les spermatozoïdes, et, bien qu'on ait voulu établir, par des raisons que nous avons déjà fait connaître en discutant la valeur du mot *ovule*, que la fécondation doit s'opérer dans la trompe, ou, ce qui est la même chose, dans l'oviducte, le fait n'est pas encore démontré d'une manière positive pour les ovo-vivipares surtout. Quant aux grossesses extra-utérines, chez les mammifères, on a cherché à les expliquer, en supposant que l'œuf déjà engagé dans

la trompe, où il serait fécondé, revient sur ses pas lorsque ce canal lui présente un obstacle quelconque et se fixe alors sur l'ovaire ou tombe dans la cavité abdominale pour se greffer sur un autre point et se développer. Mais, en acceptant même cette supposition du reflux de l'œuf, on ne saurait nier que les spermatozoïdes peuvent arriver jusqu'à l'ovaire, quand on voit surtout que chez la blennie vivipare, par exemple, les œufs sont fécondés et se développent normalement dans cet organe.

D'après ce qui précède, il resterait à établir quelles sont les conditions anatomiques indispensables à l'œuf pour qu'il soit apte à être fécondé; le point où s'effectue chez les vertébrés l'acte fécondant, et à quels signes physiques on peut reconnaître l'œuf qui est fécondable. Or, la science ne possède pas, à cet égard, des données positives suffisantes; aussi il nous est difficile d'apprécier toutes les conditions anatomiques qui favorisent l'acte physiologique de la fécondation dans les diverses classes de vertébrés.

De nouvelles recherches sont donc nécessaires dans le but d'établir anatomiquement, si cela est possible, le *degré* de maturité de l'œuf qui le rend fécondable.

L'œuf qui s'engage dans l'oviducte se compose de la membrane vitelline, du vitellus, de la vésicule germinative et du disque prolifère qui l'entoure. Les grains vitellins ne présentent aucune particularité notable à cette époque du développement. Sa couche périphérique, qui se continue avec le blastoderme, paraît plus résistante, et pourtant elle est loin de constituer alors une véritable membrane. En examinant, à l'aide d'un fort grossissement, tout le disque qui adhère à la membrane vitelline, on distingue nettement les vésicules huileuses serrées les unes contre les autres et comme superposées. Pour bien connaître leurs rapports avec la vésicule germinative, nous avons placé de l'albumine liquide, d'un œuf frais, sur le porte-objet, et cela de manière à ce que la préparation en fût recouverte. Alors, à l'aide d'aiguilles mousses, nous avons cherché à soulever les grains vitellins et les vésicules

huileuses, et c'est par plaques (voy. pl. III, fig. 10) que ces parties vitellines se sont successivement enlevées jusqu'au point de contact avec la sphère germinative. Ces diverses espèces de calottes (voyez fig. 10), ainsi superposées, à l'endroit de la cicatricule, sont évidemment composées de grains vitellins et de taches huileuses disposées en vésicules aplaties toutes serrées les unes contre les autres. A l'endroit où le pourtour de la calotte vitelline la plus grande, et par conséquent la plus éloignée de la vésicule germinative, se fixe sur la membrane vitelline, on voit un cercle transparent (voy. fig. 7) qui est concentrique à celui que forme la sphère germinative. Ce cercle résulte de la couche périphérique du vitellus, qui adhère sur toute la face interne de la membrane vitelline, excepté au point où se trouve la cicatricule. Le disque prolifère est alors circonscrit d'une manière plus précise qu'aux autres périodes du développement de l'œuf. Après avoir dégagé la vésicule germinative des diverses couches de substance vitelline, on la voit flotter dans le liquide albumineux qu'on a placé sur le porte-objet; sa place est marquée sur la membrane vitelline restée transparente à l'endroit qui lui correspondait. Une fois que la sphère germinative se trouve isolée, on peut l'étudier d'une manière convenable et pendant tout le temps nécessaire. Les choses ne se passeraient pas ainsi pourtant, si, au lieu du liquide albumineux, on employait l'eau distillée; dans ce cas, les parties qu'on observe deviennent promptement opaques, ce qui n'arrive jamais en employant le procédé que nous indiquons.

La transparence de la sphère germinative et de l'albumine liquide dans laquelle on la plonge permet d'employer un fort grossissement, à l'aide duquel on voit qu'il y a dans la vésicule germinative un grand nombre de petites sphères transparentes représentant autant de petites bulles de savon.

Toutes ces vésicules (voy. pl. III, fig. 11) paraissent simples, c'est-à-dire sans noyau central. Par leur arrangement particulier sur un point quelconque de la sphère vitelline, elles constituent la tache de Wagner. Il est facile de s'assurer que celle-ci est le

résultat de la réunion et de l'adossement de plusieurs vésicules entre elles et non pas une partie distincte et essentielle de l'œuf chez les différents animaux.

Avant de décrire les changements que l'œuf va subir dans l'oviducte, nous devons dire ici ce qui se passe du côté du calice après la sortie de l'œuf ou la ponte primitive. Si l'on examine alors les divers calices qui viennent de se vider, on en trouve qui sont encore béants, d'autres dont les bords du stigma se sont rapprochés et soudés entre eux. Sur ces derniers, il est facile d'écarter les lèvres du stigma et de voir qu'une substance blanchâtre lubrifie la cavité du calice (voy. pl. III, fig. 8). En examinant cette substance au microscope, on la trouve formée de globules excessivement petits, qui ont la disposition et le volume de ceux que l'on voit dans l'albumine liquide à l'aide de la baryte (voy. fig. 9). Nous avons aussi examiné comparativement le mucus sécrété par l'oviducte, mais rien de semblable n'a été observé.

Cette substance blanchâtre et visqueuse du calice serait-elle le produit de sa sécrétion, et cette sécrétion n'aurait-elle pas de l'analogie avec celle qui constitue l'œuf? Nous sommes d'autant plus disposés à le croire, que dans le principe de la formation de l'œuf, et avant que le jaune apparaisse, c'est cette substance globuleuse qu'on retrouve dans les sphères vitelline et germinative. Il y aurait d'après cela une continuation d'action du côté de l'ovaire, qui tendrait à reproduire l'œuf; mais bientôt, le calice ne recevant plus le fluide sanguin en aussi grande abondance, l'action sécrétante cesse, les parois du calice se flétrissent et les villosités de sa surface interne s'effacent complétement peu d'heures après la sortie de l'œuf. Les vaisseaux qui rampent sur ses parois diminuent notablement de calibre aussitôt la ponte terminée, et tout le riche appareil vasculaire qui entrait dans la composition du calice s'efface promptement. Le résultat de ce fait est l'atrophie pure et simple du calice, qui ne disparaît jamais entièrement, comme on l'a dit, par suite d'une sorte de résorption. On reconnaît, en effet, sur une grappe ovarienne de la poule, des parties

brunes ou grisâtres, assez molles, qui correspondent aux calices flétris et qui sont destinées à devenir plus tard le siége d'un afflux vital nouveau. Cet afflux vital aurait encore pour résultat de déterminer la turgescence des villosités du calice et de déposer les matériaux nécessaires à la composition d'un autre œuf.

Nous devons actuellement nous occuper des changements que l'œuf subit dans l'oviducte, et, comme nous supposons que c'est à son arrivée dans ce tube que s'opèrent les premières modifications qui sont dues à la fécondation, nous étudierons dans le chapitre suivant le produit ovarien au moment où il sort du calice.

CHAPITRE VII.

SUR LA CONSTITUTION DE L'ŒUF DES OISEAUX APRÈS LA FÉCONDATION.

Nous avons examiné, dans le précédent chapitre, la structure de l'ovaire chez la poule, le mode de formation ou le premier degré de développement de l'œuf, sa constitution aux diverses phases de son accroissement, surtout pour ce qui est relatif aux globules vitellins et à la sphère germinative. Maintenant nous devons étudier ce même œuf à partir du moment de la fécondation jusqu'à l'éclosion du poulet, et même au delà de ce terme, puisque le vitellus continue à fournir des matériaux nécessaires à son développement jusqu'au quatorzième jour après la naissance.

Nous avons dit que l'œuf, composé de la membrane vitelline, du vitellus, de la membrane germinative et des globules ou vésicules qu'elle contient, rompt son calice à l'endroit qui est marqué par la raie blanchâtre, le stigma, et quitte ainsi l'ovaire. A ce moment, il rencontre l'oviducte, s'engage dans son pavillon, puis dans la première portion du tube ovarien, où il trouve une grande quantité d'albumine, sécrétée par la muqueuse, et s'en enveloppe. Cette première couche d'albumine se concrète en membrane, et à mesure que l'œuf, poussé par les contractions du tube musculeux qui le contient, avance en tournant sur son axe, cette membrane albumineuse se tord aux deux bouts et forme les chalazes.

Pendant que l'œuf parcourt ainsi l'oviducte, il y rencontre de nouveaux produits albumineux, s'en recouvre encore et augmente de volume jusqu'à ce que, muni de tout le blanc ou albumen proprement dit, il arrive au point rétréci de l'oviducte, nommé *isthme*. Là, la membrane muqueuse du canal ovarien se trouve interrompue par une ligne circulaire dépourvue de plicatures; ce changement de structure semble indiquer une limite fonctionnelle. En effet, tout ce qui est au delà sécrète des filaments déliés qui se tissent en membrane et s'appliquent sur l'œuf à mesure qu'il chemine dans cette nouvelle portion de l'oviducte. C'est ce tissu qui constitue le feuillet albumineux d'une part et le feuillet interne de la coque de l'autre. Entre ces deux membranes, et seulement du côté correspondant au gros bout de l'œuf, s'accumulera plus tard, et après la ponte, une certaine quantité d'air. Nous disons à dessein que l'air ne pénètre entre les deux membranes qu'*après la sortie de l'œuf,* pour montrer que notre manière de voir à cet égard diffère de celle admise généralement, à savoir qu'une bulle d'air arrivée du dehors se place entre les deux feuillets de la chambre à air au moment même où ces feuillets sont formés dans l'oviducte. Il est facile, du reste, de s'assurer qu'il n'y a pas le moindre gaz dans l'œuf non pondu, en l'ouvrant sous l'eau. Par ce procédé, en effet, on voit qu'aucun globule d'air ne vient à la surface du liquide dans lequel on expérimente. Indépendamment des deux membranes à tissu filamenteux, la dernière portion de l'oviducte fournit à l'œuf le dépôt calcaire, qui se solidifie assez promptement, et, de plus, une couche épidermoïque, qui contient la substance colorante qu'on remarque sur la coque.

Ainsi, l'œuf primitif, c'est-à-dire l'œuf au sortir de l'ovaire et possédant les parties indispensables à la formation du nouvel être, la sphère germinative et la sphère vitelline, se complète dans l'oviducte au moyen d'une enveloppe membraneuse épaisse qui constitue les chalazes; par la couche de l'albumen, revêtue d'une pellicule fine et transparente; puis, par deux membranes à tissu filamenteux; enfin, par la coque et son épiderme. Nous

nommerons la première enveloppe, accessoire de l'œuf, *membrane des chalazes;* la seconde, *membrane de l'albumen;* les deux autres, *membranes interne et externe de la chambre à air;* la substance calcaire solide, *coque,* et la matière colorante, diversement déposée à sa surface, *membrane épidermoïde.*

L'importance de toutes ces parties accessoires de l'œuf, tant au point de vue anatomique qu'au point de vue physiologique, sera exposée plus tard, à l'occasion des phénomènes respiratoires du poulet pendant l'incubation. Nous dirons seulement ici que la coque est traversée par un grand nombre de pores dans lesquels s'engagent de petits prolongements provenant de l'épiderme de l'œuf. Toutes les expériences que nous avons tentées pour nous assurer si ses pédicules épidermoïdes sont creux ou pleins ne sont pas assez concluantes pour que nous nous prononcions définitivement à cet égard. Les portions d'épiderme enlevées de la surface calcaire au moyen des acides, et étalées sur une plaque de verre, ne nous ont point permis de retrouver les orifices distincts.

Pendant que les parties accessoires de l'œuf se forment très-rapidement autour de lui, dans l'oviducte, la fécondation s'est opérée et a déjà modifié la composition de ses parties essentielles. La vésicule germinative, visible jusque-là, disparaît, après cet acte vital, du point qu'elle occupait. On admet généralement que sa rupture a lieu à l'instant même où le fluide fécondant du mâle l'approche, et que ce premier phénomène est le même que celui qu'on observe dans les plantes au moment où le pollen est déposé sur la membrane de l'ovaire. Nous avions pensé d'abord, d'après ce qui se passe dans l'œuf des batraciens, que la vésicule germinative se laissait déprimer graduellement par suite de l'accumulation des grains vitellins, et qu'elle s'affaissait entièrement en s'accolant à la membrane vitelline; mais si la chose est possible dans le premier cas, elle peut bien ne pas l'être ici. La formation d'un disque qui s'établit de très-bonne heure, dans l'œuf de la poule, autour de la vésicule germinative, et les diverses couches

de vitellus dont il se compose protégent tellement cette vésicule, qu'on ne saurait admettre son aplatissement. Du reste, que ce fait ait lieu ou non, c'est toujours le contenu de la vésicule germinative qui paraît être le point de départ de la formation embryonnaire. Or, ce contenu se porte constamment vers la périphérie de l'œuf, comme pour se rapprocher, par ce mouvement, de l'élément fécondant. Si les choses se passent ainsi, le contact de l'œuf avec les spermatozoïdes doit s'effectuer dans la première portion de l'oviducte si ce n'est avant. Ce qu'il y a de bien certain, c'est que les œufs qu'on retire de l'oviducte n'ont plus la vésicule germinative intacte. On admet alors que de cette rupture résulte la formation d'un feuillet séreux, mince et transparent (membrane germinative); que ce feuillet est le point de départ du développement de l'embryon; qu'il s'établit, indépendamment de cela, un feuillet dit muqueux, propre à la formation des viscères; et qu'enfin on voit apparaître, au moment de la formation des vaisseaux, une troisième membrane vasculaire interposée entre les deux précédentes. Sans vouloir ici rien faire préjuger de tous ces faits, nous dirons seulement que, pour nous, les choses ne se passent pas, dans l'origine, d'une manière aussi nette et aussi précise. Rien n'est plus arbitrairement défini que les petits objets; et quand on songe à l'étendue de la cicatricule prolifère dans le principe, on se demande s'il est réellement possible d'y reconnaître trois feuillets distincts, de constater l'enroulement de celui-là pour la formation des organes digestifs, le déplissement d'un autre pour conduire la trame vasculaire partout, enfin si l'on peut apprécier à cette époque l'épaississement du troisième, destiné aux systèmes nerveux, musculaire, etc. Il est bien entendu que notre observation ne porte que sur le temps du développement, où il est véritablement impossible de constater, le scalpel à la main, des organes à peine formés. En admettant que la vésicule germinative se rompe au moment de la fécondation, il en résultera alors que les parties qu'elle renfermait seront versées dans la chambre du disque prolifère, et que ce contenu ébauchera le petit

embryon sans qu'on puisse affirmer positivement quel est le système ou l'appareil organique qui précède l'autre dans la composition de l'être. Mais toutes ces questions importantes à résoudre nous détourneraient trop du but principal, qui est de faire connaître les modifications des parties constituant ou devant constituer les organes, plutôt que d'indiquer leur ordre d'apparition.

Voyons actuellement ce qui se passe dans l'œuf fécondé au moment où le système vasculaire va devenir visible. Indépendamment alors du sillonnement médiat qu'on remarque sur le point central de la cicatricule, on aperçoit (pl. V, fig. 1) un grand nombre de vésicules huileuses placées les unes contre les autres, et formant autour de l'aire transparente un large cercle. Vers la 42e heure, et sur un œuf de poule couvé naturellement en août 1845, nous avons vu que les vésicules graisseuses du disque prolifère, actuellement très-développé, forment une couche régulière dans une étendue assez considérable, qui limite l'aire transparente en lui donnant le contour d'une guitare. A 52 heures, un autre œuf, pris sous la même poule, nous a montré au centre de l'aire transparente toute la partie dorsale du poulet futur. La région céphalique est renflée, assez transparente pour laisser voir les cordons primitifs de la moelle épinière, déjà adossés en bas vers la région caudale, mais encore écartés en haut quoique continus, et constituant une figure triangulaire qu'on peut fort bien comparer à une tête de clef ordinaire (voy. fig. 1). Entre les renflements céphalique et caudal, on voit, sur la région spinale, les noyaux des vertèbres indiqués d'une manière fort régulière par de petits points opaques espacés de chaque côté de la moelle épinière, et séparés entre eux par des intervalles transparents. Toute la surface de l'aire translucide, examinée à la loupe, paraît granuleuse. Ces granulations, vues à un plus fort grossissement, représentent d'innombrables globules, qui sont d'autant plus petits qu'ils se rapprochent plus de l'axe de l'embryon. On aperçoit également ces globules sur les points non transparents du disque prolifère, et là où sont les vésicules grais-

seuses si régulièrement adossées les unes aux autres. Ces petits globules transparents, et les vésicules huileuses, *sont bien évidemment renfermées dans un double feuillet du blastoderme.* C'est entre ces feuillets, et par conséquent dans le même lieu où se trouvent logés les globules et les vésicules, que se forme le fluide sanguin. Celui-ci apparaît d'abord sous forme de petites bulles savonneuses, presque sphériques, à peine colorées, et légèrement opaques au centre; puis, un peu plus tard, à l'époque dont nous parlons, les vésicules sanguines contiennent déjà un noyau central qui lui donne la couleur rouge clair. Ces globules du sang semblent augmenter en nombre à mesure que les vésicules huileuses et les grains globuleux très-fins diminuent, en sorte que l'on serait tenté de croire que ces derniers entrent directement dans la composition des premiers. Du reste, c'est par la métamorphose successive des éléments granuleux et globulaires, et à l'aide des transformations chimiques de ces mêmes éléments, que nous voyons l'organisme se développer. Il n'est donc pas surprenant de voir que là où la vie commence, les éléments primitifs de l'œuf se modifient en organes d'hématose. Le passage d'un état moléculaire à un autre est à la vérité insaisissable pour l'œil de l'observateur; mais il n'existe pas moins pour cela : aussi nous ne rechercherons pas une autre théorie de la formation des globules du sang. Nous savons bien qu'on a invoqué celle d'une sécrétion qui s'effectuerait dans la membrane même de l'aire vasculaire; mais ce n'est là qu'une simple supposition. Quelle que soit au surplus la manière d'envisager le phénomène de la formation des globules du sang, toujours est-il que, vers la 48e ou 50e heure de l'incubation, ils sont visibles et faciles à distinguer des autres parties de l'œuf. Si dans ces circonstances on place le disque prolifère sur une plaque en verre et qu'on ait le soin d'y faire arriver de temps en temps une goutte d'eau tiède, on voit, à l'aide d'un grossissement de 20 diamètres environ, que tous les globules du sang se meuvent irrégulièrement, qu'ils cherchent à se frayer un passage au travers des globules huileux,

et que bien évidemment les vaisseaux n'existent pas alors. Ce n'est que plus tard, et lorsque le trajet des globules du sang est bien établi, que les parois vasculaires se constituent pour servir de limite au fluide sanguin. Ici donc, comme chez la salamandre, dont nous avons fait connaître la formation des branchies, le sang se fraye d'abord un réseau vasculaire dans les tissus organiques, et ce n'est qu'après, que ces mêmes tissus participent à la formation du système vasculaire.

Comme ce système fort important de l'économie est celui qui semble destiné à modifier tous les autres, et qu'il est propre, par conséquent, à déterminer des changements remarquables dans la composition des parties élémentaires des organes, nous allons d'abord indiquer avec soin la circulation vitelline, puis la circulation allantoïdienne. Il sera facile alors de bien établir leur corrélation, leur but, leur marche isolée ou parallèle, et leur utilité. Tout cela, pourtant, ne saurait se faire d'une manière précise sans la connaissance exacte de la disposition des enveloppes embryonnaires; aussi examinerons-nous avec beaucoup de soin cette partie importante de l'ovologie encore mal déterminée, suivant nous, malgré les travaux remarquables d'un grand nombre d'anatomistes, et ceux de Baer en particulier.

Pour bien juger de l'ensemble de la circulation vitelline, et pour en avoir une idée précise, il faut préalablement enlever avec précaution la membrane propre du jaune ou vitelline, qui correspond à l'aire vasculaire, la mettre avec celle-ci dans un vase contenant de l'eau tiède pour la laver convenablement et la placer ensuite sur une plaque de verre, du côté externe. En déposant alors de temps en temps une goutte d'eau tiède sur la préparation, on entretient pendant plus d'une heure les contractions du cœur, ce qui permet de bien juger le parcours du sang, d'étudier la structure capillaire des vaisseaux, et jusqu'à la contexture du cœur, tant que ses parois restent minces et transparentes. Mais si par ce procédé très-simple on parvient à bien voir les choses, il n'est pas indifférent de prendre pour cette étude le premier degré

venu du développement vasculaire, puisque la circulation vitelline se modifie d'une manière très-notable après le troisième jour de l'incubation.

Il est donc nécessaire d'établir une division physiologique qui puisse faire connaître les diverses phases de la métamorphose circulatoire chez le poulet. Pour cela, il suffit de voir et d'observer ce qui se passe dans l'œuf depuis le moment de son imprégnation jusqu'au développement complet du poulet. En effet, le blastoderme ne devient vasculaire et ne peut se développer que tout autant qu'il se trouve en contact avec l'oxygène de l'air. Le sang ne se colore pas s'il est privé de l'élément respirable, il devient au contraire d'un rouge artériel très-vif quand l'incubation marche régulièrement. Or, la surface vasculaire, qui est limitée par la veine primigéniale, et qui est dirigée du côté de la chambre à air de l'œuf, se trouve par cela même en contact avec l'oxygène, et ce contact modifie le sang à l'instar des poumons. Les phénomènes d'imbibition ou d'endosmose remplaceraient ensuite la fonction des chylifères. Cette première circulation vitelline constitue donc un appareil destiné à l'hématose, et à la nutrition en même temps. Elle se modifie très-rapidement par la disparition de troncs veineux importants, et cela au moment où l'allantoïde apparaît : en sorte qu'il est bien important d'indiquer les deux phases de cette première métamorphose circulatoire, en désignant la première sous le nom de *circulation primitive du vitellus,* et la seconde sous le nom de *circulation permanente du vitellus.* Quant aux autres transitions par où passe la circulation du poulet, on peut les désigner par les dénominations de *circulation allantoïdienne* et de *circulation définitive.* Nous allons actuellement étudier ces quatre phases diverses, qui constituent les métamorphoses de la circulation du sang chez les oiseaux.

DE LA CIRCULATION PRIMITIVE DU VITELLUS.

Cette circulation comprend tout le réseau vasculaire qui se trouve limité par un gros vaisseau disposé en cercle (voy. pl. IV, fig. 1). On a donné à ce gros vaisseau circulaire le nom de *veine primigéniale*, et à l'ensemble du système sanguin primitif celui d'*aire vasculaire*. Nous avons représenté ce premier temps de la circulation du sang chez le poulet au moment où elle a acquis son plus grand degré de développement.

L'œuf qui a servi pour le dessin, que nous avons beaucoup grossi, a été pris sous une poule, le 3 juillet, après soixante et douze heures d'incubation et par une température qui a varié de 20 à 23° centigr.

L'aire vasculaire est d'un rouge vif, les pulsations du cœur varient entre 104 et 108 par minute, et le cours du sang dans les vaisseaux est trop rapide pour qu'on puisse bien juger de ce qui se passe alors relativement aux divers courants. Après quelques instants d'observation, le nombre des pulsations diminue notablement, et ce n'est que quand on n'en compte plus que 45 à 50 par minute qu'on distingue, non-seulement la direction que prend le sang dans les vaisseaux, mais les globules eux-mêmes. Il est facile alors de suivre la marche du sang partout où il passe et d'avoir une idée très-exacte de la première circulation.

La veine primigéniale est irrégulièrement tracée; sa circonférence offre des renflements de distance en distance, à la suite desquels on remarque quelquefois une espèce de collet ou d'étranglement du vaisseau; on le voit aussi décrire, dans son trajet, des angles plus ou moins rentrants. Le pourtour extérieur de cette veine principale ne fournit aucune branche; mais, en revanche, le pourtour intérieur est constamment interrompu par de larges communications aboutissant toutes dans la trame capillaire des vaisseaux qui donnent à l'aire vasculaire l'apparence d'une dentelle à mailles très-petites. C'est dans cette trame fine et régulièrement

disposée que prennent naissance les artérioles et les veinules qui doivent établir le mouvement circulatoire du sang. Mais avant de décrire les branches qui en proviennent, voyons de quelle manière se termine la veine primigéniale après avoir fourni tous les ramuscules des capillaires. Le plus ordinairement les deux bouts de cette grosse veine circulaire se rejoignent du côté qui correspond à la tête de l'embryon, puis s'adossent pendant un court trajet et finissent par communiquer entre eux. Le tronc qui en résulte décrit plusieurs courbes, envoie à droite et à gauche des radicules au réseau capillaire, passe derrière la tête du petit poulet et va s'ouvrir dans un renflement considérable, qui conduit directement au cœur, et que nous nommerons *renflement sous-cardiaque*. Dans le point diamétralement opposé à celui où la veine primigéniale s'adosse, pour constituer le tronc dont nous venons de parler, une autre branche veineuse considérable prend naissance dans le même réseau vasculaire général. Après un trajet assez direct, cette branche veineuse gagne la partie caudale de l'embryon, rampe le long de son côté gauche, en décrivant des zigzags et va déboucher dans le même renflement veineux sous-cardiaque, à côté de la veine primigéniale. On peut désigner ce second tronc veineux, provenant de l'aire vasculaire, sous le nom de *veine caudale*, à cause de son origine et de ses rapports avec la région caudale de l'embryon. Indépendamment de ces deux troncs principaux, il en existe deux autres d'un plus fort calibre encore, situés l'un à droite, l'autre à gauche de l'axe du petit poulet. Ces deux veines, qui prennent naissance, comme les précédentes, du réseau vasculaire et de la veine primigéniale, vont aboutir également dans le renflement sous-cardiaque. Enfin, un cinquième tronc veineux, qui reçoit les branches provenant du corps même de l'embryon, va encore porter le sang dans le renflement sous-cardiaque. Quant à la direction du cours du sang dans toutes ces veines, nous n'avons pas le moindre doute à émettre, puisque nous avons bien constaté qu'il s'établit de la circonférence au centre.

Des cinq troncs veineux que nous venons de décrire, trois

seulement restent jusqu'au moment de la naissance du poulet et même au delà, mais les deux premiers, c'est-à-dire la veine primigéniale et la veine caudale, disparaissent assez promptement. Nous ferons connaître bientôt comment s'effectue cette métamorphose de la circulation primitive du vitellus. Pour la bien comprendre cependant, il est indispensable de savoir par où passe le sang du renflement sous-cardiaque avant de revenir aux radicules veineuses. Comme nous l'avons déjà dit, ce renflement, qui correspond à la veine porte, débouche dans un vaisseau recourbé, plus ou moins renflé, suivant l'époque du développement de l'embryon (fig. 2 à 6, pl. IV), est doué de la faculté de se contracter suivant un rhythme régulier. Ce vaisseau ainsi disposé est le cœur du jeune poulet. Celui-ci pousse dans l'aorte le sang qu'il reçoit de toutes les veines; la portion abdominale de ce vaisseau donne à droite et à gauche une branche volumineuse, puis elle se continue en un filet très-fin jusqu'à l'extrémité caudale. La plus grande partie du sang provenant du cœur passe donc dans les artères latérales ou vitellines actuellement branches importantes de l'artère mésentérique. Celles-ci se ramifient à l'infini en suivant les divisions principales des veines latérales et aboutissent enfin dans le réseau commun de l'aire vasculaire. Ainsi se complète le cercle que parcourt le sang chez l'embryon très-jeune des oiseaux. Cette première circulation, abstraction faite d'une petite quantité de sang qui s'en détourne, est une circulation *pulmonaire* comparable à celle des poissons. Un peu plus tard, cette même circulation devient pulmonaire et aortique en même temps, et rappelle plus exactement encore la circulation du sang chez les reptiles amphibiens et chez le *fœtus* des mammifères, puisque le même cœur distribue le sang dans le réseau de l'aire vasculaire, et dans les autres organes de l'embryon, du sang qui est mélangé.

D'après ce que nous venons de dire tout à l'heure, il résulte que le premier mode circulatoire chez le poulet s'établit à l'aide d'un cœur pulmonaire, et que ce cœur primitif ou ventricule droit, auquel s'ajoute plus tard le cœur aortique ou ventricule gauche,

est celui qu'on rencontre le plus généralement dans le règne animal.

DE LA CIRCULATION PERMANENTE DU VITELLUS.

Nous venons de voir que la circulation primitive du vitellus comprend la période de formation du sang, celle des vaisseaux et celle de l'aire vasculaire; que la durée ou l'existence de la première circulation vitelline n'est guère que de deux jours environ, et enfin que la disparition des veines primigéniale et caudale établissait la différence des deux circulations vitellines. Mais de quelle manière s'opère cette métamorphose, et quelle est la cause de l'atrophie d'abord et de la disparition plus tard, de la veine primigéniale et de la veine caudale? Voilà ce qui doit nous occuper actuellement et ce qui sera plus facilement compris d'après ce qui précède.

Le réseau capillaire, avons-nous dit, communique avec toutes les veines et toutes les artères de l'aire vasculaire. C'est là un point intermédiaire où le sang se modifie sans cesse. Pour cela, il faut que les artères l'y conduisent dès l'origine de la formation des vaisseaux capillaires. Or, le sillonnement que trace le courant sanguin dans les premiers temps est incertain, irrégulier, confus, et les veinules qui le contiennent sont également mal déterminées, mal disposées, renflées ou rétrécies à leur embouchure dans les troncs veineux et sans parois bien distinctes. (Voy. pl. V, fig. 1.) A mesure que les communications capillaires s'établissent de plus en plus, les radicules artérielles s'abouchent avec les radicules veineuses qui l'avoisinent le plus; le sang y passe alors librement, et les autres sillons dont les parois ne s'organisent pas s'effacent petit à petit, ne recevant plus assez de sang. Aussi voyons-nous que les troncs veineux latéraux qui accompagnent les artères sont ceux qui restent, et que ce sont précisément les veines les plus éloignées qui s'atrophient et disparaissent en très-peu de temps. Mais cette métamorphose circulatoire n'a point seulement pour but de simplifier la première circulation vitelline, elle a aussi

pour but de modifier la fonction. Ce qui le prouve, c'est qu'à mesure que l'aire vasculaire diminue de tout ce qui appartient aux veines primigéniale et caudale, soustraction qui restreint les points de contact du sang avec l'air respirable existant dans l'œuf, on voit surgir, sur un autre point de l'économie, un organe d'hématose nouveau, l'allantoïde. Or cette allantoïde vasculaire sera désormais l'organe respiratoire unique, pendant que la circulation vitelline permanente sera plus spécialement affectée à introduire dans le sang des matériaux nutritifs.

Ainsi la circulation *primitive* du vitellus préside à l'assimilation des parties nutritives et à l'hématose, tandis que la circulation vitelline *permanente* reste plus spécialement chargée de fonctionner à la manière des chylifères. C'est ce qui ressort surtout des faits relatifs à la seconde circulation. En effet, cette circulation permanente du vitellus se compose principalement des artères et des veines latérales de l'aire vasculaire (voy pl. V, fig. 9). Celle-ci s'étend de plus en plus sur le jaune, sans cependant l'envahir entièrement. Le cercle que ces vaisseaux décrivent à leur extrémité constitue la limite du feuillet vasculaire ou l'aire blastodermique, et correspond à la masse albumineuse qui est refoulée en ce point de l'œuf. Mais ce qu'il y a de plus remarquable à signaler ici, c'est la disposition des vaisseaux de l'aire vasculaire, vue du côté interne ou vitellin. Sur cette face, les artères et les veines ont un aspect fort curieux qui leur donne une ressemblance assez grande avec les valvules intestinales de l'homme.

En examinant la composition de ces parties, on voit que ce sont des granulations et des cellules vitellines adossées les unes aux autres qui constituent une couche membraneuse sur les vaisseaux. Cette couche, séparée par plaques de l'aire vasculaire interne, présente des gouttières résultant du moulage des artères et des veines sur elle. Suivant toute apparence, les parties vitellines ainsi fortement accolées aux vaisseaux sont absorbées et transformées en matériaux de nutrition. Dans ce cas, la couche membraneuse composée de globules et de vésicules vitellines se renouvellerait

au fur et à mesure des besoins et jusqu'à entière disparition du vitellus.

DE LA CIRCULATION ALLANTOÏDIENNE.

Pour bien comprendre l'importance de cette troisième phase de la circulation du sang chez le poulet, il ne faut pas perdre de vue que le sac membraneux vasculaire dont nous allons parler commence à se montrer quand la première circulation vitelline devient moins active : c'est donc un organe nouveau qui vient remplacer celui qui disparaît; et cet organe nouveau est spécialement destiné à la fonction de la respiration aérienne. On ne saurait, du reste, élever le moindre doute à cet égard, quand on songe que l'allantoïde pousse devant elle les membranes propres et les membranes accessoires de l'œuf pour se porter à la périphérie, et se mettre ainsi en contact le plus immédiat avec les porosités de la coque, qui lui transmettent l'oxygène de l'air. Mais comment la vésicule allantoïdienne, production de l'embryon, parvient-elle à coiffer les parties qui l'entourent de toutes parts et à les renfermer dans un sac sans ouvertures? C'est là un fait des plus curieux et des plus intéressants de l'évolution embryonnaire que nous allons suivre avec soin chez le poulet.

Pendant le cours du troisième jour, ou un peu plus tard, si la température n'est pas assez élevée, on voit sur la région abdominale de l'embryon une vésicule que recouvre la membrane vitelline. Quelques heures après, cette vésicule allantoïdienne (voy. pl. V, fig. 4, 5, 7, 8, 9), fait saillie; son pédicule se dessine, sa surface est recouverte de vaisseaux visibles à l'œil nu, et son volume égale celui d'un pois ordinaire. Lorsque l'allantoïde a atteint la forme d'une petite noisette, elle se porte sur le côté droit de l'embryon en poussant devant elle la membrane vitelline (pl. V, fig. 9). Les vaisseaux sont alors plus apparents, son pédicule est visiblement implanté sur l'extrémité inférieure du rectum, et traverse l'ouverture amniotique, qui donne aussi passage aux

vaisseaux de la circulation permanente du vitellus (voyez pl. VI, fig. 1).

Un peu plus tard, du cinquième au sixième jour, l'allantoïde recouvre le petit embryon, sa cavité s'aplatit en s'interposant entre l'amnios et la membrane vitelline, et cette poche vasculaire, disposée déjà, par son arrangement, en une double calotte, tend à embrasser et à circonscrire, à la manière des séreuses, toutes les parties de l'œuf qui sont renfermées dans la membrane interne de la chambre à air. Mais pour que cela puisse s'effectuer, il faut que l'allantoïde pousse au-devant d'elle la membrane vitelline, la membrane des chalazes et la membrane de l'albumine condensée. Or c'est ce qui arrive, en effet, comme on peut s'en assurer en jetant les yeux sur la planche théorique (XIV); et cependant cela ne veut pas dire que toutes ces membranes soient retrouvables à l'époque où l'allantoïde a gagné la face interne de la coque. On voit bien, il est vrai, dans les premiers moments de l'incubation la membrane vitelline passer en même temps et sur l'amnios et sur l'allantoïde pendant que la membrane des chalazes lui est encore superposée et distincte; mais à une époque plus avancée, il est impossible d'établir la moindre distinction entre elles. Ces faits prouvent qu'à mesure qu'une des membranes de l'œuf se développe, l'autre s'atrophie ou disparaît, et que cette atrophie ou cette disparition s'effectue de la périphérie au centre, c'est-à-dire dans l'ordre précisément de leur apparition. C'est là une marche régulière de l'organisation, mise en lumière surtout par les travaux remarquables de M. Flourens, sous le titre de *loi de substitution des organes.* Mais à quelle époque de l'incubation l'allantoïde jouit-elle, au plus haut degré, de la fonction respiratoire? D'où reçoit-elle ses vaisseaux? Où vont déboucher ceux qui ramènent le sang à l'embryon, et que contient-elle dans sa cavité propre?

En suivant pas à pas l'empiétement de cette vaste poche allantoïdienne, on voit que, vers le dixième jour, elle a déjà contourné et embrassé par son double feuillet la totalité du vitellus, l'em-

bryon et tout l'albumen : seulement il reste encore un écartement de ses replis, dont le froncement simule exactement les plis d'une bourse qu'on tient à demi fermée. Un jour plus tard, le rapprochement des bords plissés du double feuillet allantoïdien est complet, et il n'existe plus alors qu'une très-petite ouverture, qui regarde le petit bout de l'œuf. (Voy. pl. VI, fig. 1.) Du douzième au treizième jour de l'incubation, la jonction de l'allantoïde s'est opérée vers la partie la plus reculée du petit bout de l'œuf. Quelques heures après, l'affrontement des replis est si bien effectué, qu'il n'est même plus possible d'en retrouver les traces (fig. 2). Dès ce moment, le feuillet externe de l'allantoïde s'adosse à la membrane interne de la chambre à air, jusqu'à l'époque de l'éclosion du poulet. Ainsi, à la fin du treizième jour, l'allantoïde a atteint son maximum de développement; alors son feuillet externe, injecté, offre à l'observateur une vascularité des plus remarquables.

Tout le sang des artères est d'un rouge plus vif que celui contenu dans les veines : aussi distingue-t-on aisément la différence de couleur des deux sangs, jusque dans les plus petites branches. Les artères de l'allantoïde proviennent de la bifurcation de l'aorte abdominale; les veines se réunissent en un tronc commun qui va déboucher dans le renflement de la veine cave inférieure. Nous reviendrons bientôt sur la disposition et les rapports exacts de tous ces vaisseaux, en parlant de la circulation générale du poulet.

Le liquide contenu dans la cavité de l'allantoïde est transparent dans les premiers temps; moins clair et en plus petite quantité, proportionnellement, quand elle a atteint son maximum de développement, et presque nul à la fin de l'incubation, époque à laquelle les deux feuillets sont adossés fortement l'un contre l'autre. Quelquefois on y trouve, deux ou trois jours avant l'éclosion du poulet, des grumeaux jaunâtres de substance analogue en apparence aux détritus muqueux qui se rencontrent dans le cloaque des oiseaux adultes. Quant au liquide amniotique, n'en ayant pas eu en suffisante quantité, nous ne l'avons point analysé. Son examen

au microscope, et lorsque ce liquide est pur, ne laisse rien apercevoir, même à l'aide des lentilles les plus amplifiantes ; mais en y ajoutant de l'eau de baryte on voit de très-petites granulations, qui ont de l'analogie avec celles de l'albumine, traitées par le même procédé. En outre, lorsque ce liquide est soumis à la décomposition spontanée, il prend exactement la même odeur ammoniacale que l'urine putréfiée.

Afin de compléter actuellement tout ce qui a rapport à la circulation du sang, il nous reste à parler de la distribution des vaisseaux allantoïdiens, de ceux du vitellus après la première métamorphose achevée, du rapport de tous ces vaisseaux avec ceux de la circulation permanente, de la transformation successive de la circulation depuis le moment de son apparition jusqu'à son état définitif chez le poulet nouvellement éclos. La planche (VI) que nous avons cru devoir ajouter à notre description pour plus de clarté représente la circulation thoraco-abdominale, le cœur, le tube intestinal, la poche de Fabricius (*e*), les organes de la génération (*f*), le sac allantoïdien (*a*), le vitellus (*b*) et l'albumen condensé (*c*). Les artères qui partent du cœur sont colorées en violet pour indiquer qu'elles contiennent du sang mélangé. Les veines provenant des organes céphaliques, œsophagien, caudal, hépatique, rénal, spermatique et de la poche de Fabricius, ont une couleur bleue qui fait connaître que le sang qui les traverse est veineux. La veine provenant de l'allantoïde est colorée en rouge pour indiquer qu'elle contient du sang artériel, et la veine porte enfin est colorée en vert pour la distinguer des autres vaisseaux qui ramènent le sang au cœur.

DISTRIBUTION DES VAISSEAUX SANGUINS CHEZ LE POULET, AVANT LA NAISSANCE.

Le calibre des vaisseaux d'un organe quelconque est subordonné à la fonction que cet organe doit remplir. Toute la métamorphose circulatoire est basée sur ce principe. Partant de là, il

n'était pas indifférent de choisir la première époque venue de l'incubation pour bien juger sa marche et l'utilité de la circulation du sang chez le poulet avant la naissance. En tenant donc compte du calibre des vaisseaux, nous avons trouvé qu'il y a presque balancement entre ceux de l'allantoïde et ceux du jaune *vers le quinzième jour de l'incubation :* aussi avons-nous choisi de préférence ce moment du développement pour la description que nous allons faire connaître.

Du ventricule gauche du cœur s'élève un gros tronc qui se bifurque presque aussitôt après son origine : c'est la crosse de l'aorte (*e*, fig. 3). Après avoir fourni les sous-clavières, ce gros vaisseau se porte sur le rachis et devient l'aorte descendante qui se distribue à tous les organes sous-cervico-céphaliques. Mais, avant cette répartition, elle reçoit dans sa portion recourbée, ou crosse, deux très-gros vaisseaux : ceux-ci proviennent du tronc pulmonaire (*b*), qui se bifurque aussitôt après sa sortie du ventricule droit.

Chacune de ces deux branches constitue ainsi un véritable canal artériel (*c*, *d*), et chaque canal envoie un très-petit filet vasculaire (*a*, *a*) au poumon correspondant, qui sera plus tard l'artère pulmonaire. Après la jonction de ces deux branches provenant du cœur droit, l'aorte fournit vers la région lombaire un rameau assez fort, qui se distribue au foie, à l'estomac, à la rate (*i*), à la partie duodénale de l'intestin grêle et à la partie cœcale. Un peu plus bas, l'aorte se bifurque en deux troncs principaux qui ont, à peu de chose près, le même calibre à l'époque du développement que nous étudions.

Le tronc gauche parcourt d'abord un trajet assez long sans donner une seule branche, puis il envoie de très-petites artérioles à la portion intestinale située au-dessous du duodénum. Lorsqu'il a fourni ainsi des rameaux au canal alimentaire, il se partage en deux branches égales qui enfourchent une anse intestinale au point où celle-ci se continue avec la membrane et la cavité vitellines, à l'aide d'un pédicule creux (*h*) plus évasé du côté de l'intestin que de celui du vitellus. En ce point remarquable, qui indique

la limite que la nature fixe pour la formation de l'appareil digestif, on aperçoit sous la membrane vitelline une vascularité des plus délicates, qui semble trahir la tendance de la force organisatrice à l'empiétement de parties devenues inutiles pour l'achèvement de l'être.

En revenant actuellement à ce que nous disions tout à l'heure de la bifurcation artérielle qui embrasse l'anse intestinale, nous voyons qu'après avoir fourni tous les ramuscules dont il a été question, les deux branches principales se répartissent sur le vitellus de manière à former par leur terminaison le cercle vitellin sur lequel s'applique l'albumen condensé. Ainsi, l'artère vitelline ou omphalo-mésentérique constitue chez le poulet de quinze jours le tronc gauche de la bifurcation aortique.

Du tronc droit.—Cette artère est la continuation même de l'aorte abdominale; elle donne des branches latérales qui se distribuent aux organes du bassin, aux reins, etc. puis elle se bifurque en iliaques primitives, et se continue jusqu'à l'extrémité caudale, sous le nom d'artère sacrée moyenne. Des deux iliaques primitives, la droite donne la crurale et une branche assez forte. Celle-ci, arrivée sur le pédicule de l'allantoïde, forme un plexus très-remarquable, d'où partent des rameaux déliés qui accompagnent quelques veines allantoïdiennes dans leur trajet. Quant à l'iliaque gauche, elle donne immédiatement après son origine la crurale de ce côté, et une branche considérable qu'on peut regarder comme la continuation de l'aorte. Cette dernière se porte sur la membrane allantoïdienne et s'y distribue d'une manière fort remarquable (voy. pl. VI, fig. 2 et 3). Les deux artères qui vont ainsi sur l'allantoïde et qui proviennent des iliaques primitives constituent évidemment les analogues des artères ombilicales chez les mammifères, avec cette seule différence que la droite, beaucoup plus petite que la gauche, est tout à fait rudimentaire au moment de l'éclosion du poulet.

Là se termine la description que nous avions à faire des artères qui conduisent le sang dans tous les organes; il nous reste

à faire connaître la distribution des divers systèmes veineux chargés de ramener le sang au cœur.

Des veines permanentes. — Nous désignerons par ce nom les veines jugulaires, les deux veines caves supérieures, la veine cave inférieure, les veines hépatiques, rénales, etc. La particularité vraiment importante que nous avons à signaler ici, c'est l'anastomose très-large qui existe entre le système veineux permanent et celui de la veine porte. Cette branche de communication se trouve placée dans le point le plus reculé du bassin, là où les deux troncs qui abandonnent les crurales se portent en dedans et se rejoignent en arcade avant de se distribuer aux parties de la région caudale. Ainsi le tronc de la veine cave inférieure se bifurque au niveau de la division de l'aorte en troncs gauche et droit; chaque veine principale envoie un rameau aux organes propres de la reproduction, puis une assez forte branche dans le rein correspondant, donne ensuite la veine crurale, après quoi ce vaisseau se coude, en conservant son calibre, longe la face postérieure du rein sans donner la moindre ramification, envoie un petit tronc dans la région caudale, où elle se distribue en partie sur la poche de Fabricius, et se réunit en arcade avec la veine correspondante. C'est sur ce point de jonction que s'élève perpendiculairement la grosse branche anastomotique qui communique avec la veine porte.

De la veine porte. — Le système de la veine porte comprend généralement, chez les animaux adultes, toutes les branches provenant du tube alimentaire, du pancréas et de la rate. Chez les oiseaux il faut y ajouter le tronc anastomotique qui va déboucher dans le système de la veine cave inférieure de la manière dont nous l'avons dit plus haut. Indépendamment de cela on trouve chez le poulet de quinze jours une très-forte branche qui dérive des veines vitellines et qui constitue, à cette époque de l'évolution embryonnaire, le vaisseau le plus important de tout le système de la veine porte. Cette branche et l'artère vitelline qui l'accompagne sont les analogues des vaisseaux omphalo-mésentériques

qui se distribuent sur la vésicule ombilicale des mammifères. Le tronc commun de la veine porte se jette après cela dans le foie, s'anastomose avec les veines hépatiques, et va, par leur intermédiaire, jusqu'à l'oreillette droite du cœur. Ce même tronc commun du système de la veine porte est celui qui correspond, dans les premiers temps de l'incubation, au renflement veineux sous-cardiaque que nous avons vu se continuer avec les parois du cœur, pour établir la première et la deuxième circulation vitelline.

Il ne nous reste plus maintenant qu'à décrire le trajet de la veine qui provient de l'allantoïde, et qui constitue l'analogue de la veine ombilicale.

De la veine allantoïdienne. — Le tronc de ce vaisseau est sans contredit le plus volumineux de tous ceux que nous venons d'examiner. Il constitue, par ses nombreuses divisions, un magnifique réseau à radicules pennées, et dont les barbes vasculaires s'affrontent avec les dernières divisions artérielles. A son entrée dans l'abdomen, la veine ombilicale se porte sur le côté gauche du paquet intestinal (voy. pl. VII, fig. 2), contourne la partie duodénale de l'intestin et va se déboucher *directement* dans le renflement sous-auriculaire droit. Cette veine ombilicale ne *fournit aucune branche* dans tout son trajet, depuis l'ombilic jusqu'au cœur. L'importance de ce fait anatomique sera indiqué plus tard quand nous décrirons la circulation générale du poulet du quinzième jour de l'incubation.

Qu'il nous suffise de dire, pour le moment, que cette terminaison du tronc veineux diffère de celle qu'on observe chez le fœtus des mammifères, en ce que chez ce dernier le tronc principal de la veine ombilicale va déboucher dans le système de la veine porte, après avoir fourni le canal veineux et des branches nombreuses au lobe gauche du foie. Ainsi, l'anastomose considérable qui, chez les mammifères, va de la veine ombilicale à la veine porte, manque complétement chez le poulet.

Ici se termine la description anatomique que nous avions à faire

des vaisseaux artériels et veineux qui se distribuent dans les organes permanents et dans les organes transitoires du poulet du quinzième jour de l'incubation. Comme on peut le prévoir d'avance, le calibre de tous ces vaisseaux étant subordonné aux diverses fonctions organiques du nouvel être, ce calibre doit varier suivant que les fonctions se modifient ou disparaissent. Ainsi la veine primigéniale s'efface quand les vaisseaux allantoïdiens se montrent, les artères et les veines omphalo-mésentériques s'atrophient, en partie, après la formation du tube alimentaire, et les vaisseaux qui restent disparaissent avec l'organe qui cesse de fonctionner. Il en est de même de la veine ombilicale, elle s'atrophie tout à coup du 19e au 21e jour, pour ne plus constituer, au moment de la naissance, qu'un petit vaisseau oblitéré (voy. pl. VII, fig. 1). A la vérité, cette atrophie de la veine ombilicale ne s'opère pas de la même manière chez les mammifères, mais cela s'explique aisément quand on songe que chez eux la fonction de la respiration pulmonaire ne peut s'effectuer qu'au moment même de la naissance, tandis que le poulet peut respirer l'air libre quand il est encore dans sa coquille. D'après cela il nous semble évident que la fonction préside et commande, si l'on peut s'exprimer ainsi, la métamorphose de la circulation du sang.

DE LA CIRCULATION GÉNÉRALE DU SANG CHEZ LE POULET AVANT ET APRÈS LA NAISSANCE.

Pendant la durée de la première circulation vitelline, le sang de l'aorte est poussé en presque totalité dans l'aire vasculaire, les artères carotides et la sacrée moyenne n'étant qu'à l'état rudimentaire. Ce sang passe dans tout le lacis vasculaire de l'aire vitelline, puis dans la veine primigéniale, la veine caudale et les veines latérales de l'embryon, qui le versent dans le renflement sous-cardiaque. Ce même renflement reçoit également les autres veinules du corps, et le sang veineux revient ainsi au cœur pour de là aller de nouveau à l'aire vasculaire. C'est ce mode de circu-

lation fort simple qu'on peut regarder comme analogue à celui des poissons, bien que pourtant tout le sang ne passe pas *nécessairement* par l'organe branchial, qui est ici constitué uniquement par l'aire vasculaire. Nous ne croyons pas devoir réfuter l'assertion des anatomistes et des physiologistes, qui admettent la présence de fentes branchiales sur les parties latérales du cou. Cette théorie a déjà été combattue victorieusement par des observateurs habiles et par M. le professeur Serres en particulier, qui a prouvé que ces prétendues fentes branchiales ne sont que des espaces intercostaux et sous-maxillaires. Qu'il suffise seulement d'ajouter à ces faits anatomiques que, quand bien même le sang traverserait un appareil respiratoire aquifère, celui-ci serait insuffisant pour remplir la fonction qu'on veut lui attribuer. D'ailleurs il faudrait, avant tout, que le jeune embryon de deux jours fût dans un liquide contenant de l'oxygène, et jusqu'au quatrième et quelquefois même jusqu'au cinquième jour, la membrane amniotique ne contient aucun liquide, et c'est au point qu'on pourrait croire alors à son absence complète, tant elle est accolée sur l'embryon. C'est du reste ce qui ressortira d'une manière plus évidente encore, lorsque nous parlerons de la formation et du développement de la membrane amniotique. Pour le moment, nous constatons qu'il n'y a aucune coïncidence entre la formation des fentes cervicales et la présence d'un liquide quelconque qui baignerait ces parties. Nous voyons au contraire que les premières disparaissent quand celui-ci apparaît. Ainsi le sang qui parcourt les vaisseaux de la première circulation vitelline ne peut trouver les éléments respirables que dans les capillaires de l'aire vasculaire.

A mesure que le sang des artères latérales de l'embryon passe plus librement dans les veines qui parcourent le même trajet, on voit disparaître petit à petit la veine primigéniale et la veine caudale. Alors la circulation représente exactement celle des batraciens, puisque le cœur reçoit du sang artériel par les veines latérales, et du sang veineux au moyen des veines caves ; ce qui établit le mé-

lange avant la nouvelle répartition du sang dans les artères. La circulation vitelline ainsi constituée commence à se modifier dès que la formation du canal alimentaire est terminée; alors le tronc commun des artères vitellines, qui, jusque-là, l'emportait de beaucoup en volume sur l'aorte abdominale, perd son avantage sur cette dernière. Une plus grande quantité de sang passe alors dans les artères ombilicales, d'où il revient *directement* dans le renflement sous-auriculaire droit. Là il se mélange avec le sang provenant des veines hépatiques et de la veine cave inférieure, puis il arrive ainsi mélangé dans l'oreillette droite, où il rencontre le sang qui y est versé par les veines coronaires et les veines caves supérieures. La contraction de cette oreillette droite pousse le sang en partie dans le ventricule droit et en partie dans l'oreillette gauche. La première colonne est distribuée par la contraction du ventricule dans le tronc pulmonaire, qui le transmet par les *deux* canaux artériels dans la crosse aortique, après que chaque canal artériel en a distribué une très-petite quantité dans les poumons à l'aide d'artérioles d'un bien petit calibre. La deuxième colonne, qui a passé dans l'oreillette gauche, y rencontre le sang des veines pulmonaires rudimentaires. La contraction de cette oreillette pousse le tout dans le ventricule correspondant, d'où il passe dans la crosse aortique pour être de nouveau distribué à tous les organes.

Cette troisième phase de la circulation dure jusqu'au moment de l'éclosion du poulet. A cette époque, l'artère ombilicale ou allantoïdienne gauche a beaucoup perdu de son calibre, les artères qui se distribuent aux membres pelviens ayant détourné à leur profit le courant sanguin. Il résulte de là que la veine ombilicale, ne transmettant plus une aussi grande quantité de sang qu'auparavant, s'atrophie considérablement au moment de la naissance; alors le pédicule allantoïdien se rompt à son insertion sur le cloaque[1], le poulet sort de la coque en y laissant son enveloppe

[1] Le pédicule de l'allantoïde s'ouvre dans le cloaque, à côté de l'orifice gauche de l'uretère. en avant, par conséquent, de la loge postérieure où aboutit la poche de Fabricius.

vasculaire entièrement flétrie; mais avant cette séparation, et vers le dix-neuvième jour environ, il s'effectue chez le poulet un changement remarquable : le vitellus, qui jusqu'au moment de l'incubation était resté en avant de l'abdomen, passe dans cette cavité en franchissant l'ouverture ombilicale, assez étroite, à la manière d'un sac herniaire qu'on réduirait en masse. Ce phénomène est d'autant plus inexplicable que la réduction ici n'est pas opérée par une main habile qui agirait sur le jaune. Quoi qu'il en soit de ce fait, toujours est-il qu'il a lieu avant l'éclosion, et qu'en ce moment on retrouve dans l'abdomen tout le vitellus non employé à la formation du poulet, avec une très-petite portion d'albumen (voy. pl. VII), la majeure partie de celle-ci ayant été utilisée avant l'époque de la rentrée du vitellus. Les vaisseaux vitellins font alors partie de la circulation permanente; mais cet état de choses ne dure que *treize* jours ; après ce temps-là le vitellus et les vaisseaux n'existent plus, leur atrophie est complète et le petit moignon qui reste est entièrement résorbé le quatorzième jour après la naissance du poulet. A partir de ce moment, la circulation ne se modifie plus, et cet état constitue la quatrième période de la métamorphose circulatoire.

Pour compléter actuellement l'étude des enveloppes du poulet pendant l'incubation, il nous reste à parler de l'amnios. Nous ne rappellerons pas ici toutes les controverses auxquelles il a donné lieu, ni les travaux plus ou moins importants qui ont fait connaître son origine et son évolution complète. Cet exposé a été fait dans ces derniers temps par MM. Jacquart et Coste; nous rappellerons sommairement ici la manière de voir adoptée par ce dernier, afin de mieux faire ressortir en quoi elle diffère de la nôtre.

DE L'ORIGINE ET DE LA FORMATION DE L'AMNIOS.

On admet assez généralement aujourd'hui que l'amnios est formé par le feuillet séreux du blastoderme; que le feuillet qui

recouvre immédiatement le petit embryon forme un repli céphalique et un repli caudal; que ces deux replis marchent l'un vers l'autre et en même temps que les bords latéraux; qu'il s'étabiit d'abord une ouverture dorsale nommée *ombilic amniotique;* qu'un peu plus tard cette ouverture disparaît par l'adossement complet des deux replis; que le point de cette jonction est marqué par un prolongement membraneux qui va jusqu'au premier chorion; que les deux lames du feuillet séreux, repliées pour constituer la cavité amniotique, s'écartent par l'interposition d'un liquide dit, dans ce cas, du faux amnios; que le feuillet externe adossé alors à la membrane vitelline ou premier chorion (Baer et Coste), constitue le second chorion villeux, mais non vasculaire; que le feuillet interne établit l'amnios, et que l'allantoïde qui s'interpose entre ces deux lamelles du feuillet séreux va constituer, par son adossement avec les membranes précédentes, le troisième chorion vasculaire. Tout ceci est dit d'une manière générale pour la formation de l'amnios des mammifères et des oiseaux, et résume l'opinion de MM. Bischoff, Baer, Coste, Wagner, etc. Voici actuellement de quelle manière nous envisageons la chose :

Aussitôt que l'embryon se dessine sur la ligne médiane de la cicatricule blastodermique, on voit une petite élevure (*cumulus* de Baer) qui est placée sous la membrane vitelline. A mesure que le germe se développe, la saillie devient de plus en plus marquée, la région céphalique et l'extrémité caudale du poulet se dessinent; en même temps l'aire vasculaire se complète de plus en plus dans la couche blastodermique qui lui est destinée. Le niveau de la sphère vitelline se trouve alors dépassé, et il résulte de là que l'extrémité céphalique surtout est recouverte par un pli de la membrane vitelline ou capuchon céphalique (voy. pl. V, fig. 2, et pl. X). A mesure que la tête se développe, elle pousse devant elle la portion de la membrane vitelline qui la recouvre; alors le croissant ou capuchon céphalique s'avance de plus en plus sur le poulet, ce qui détermine la formation d'un second repli à sommet interne comme le premier (pl. X). Petit à petit et par l'accrois-

sement de l'embryon, la dépression vitelline devient plus prononcée, et cet enfoncement du plancher vitellin, qui entraîne celui du germe, permet au second repli vitellin d'empiéter sur la tête du petit poulet. C'est ce double feuillet de la membrane vitelline qui, suivant nous, constitue le capuchon céphalique. A mesure que les choses marchent ainsi du côté de la tête, il s'établit vers l'extrémité opposée du corps un phénomène analogue, qui donne lieu au capuchon caudal. Les sommets de ces deux replis marchent à la rencontre l'un de l'autre sur la région dorsale de l'embryon, en même temps que les rebords latéraux de la membrane vitelline déprimée tendent également à se rapprocher l'un de l'autre (pl. XII). De cet empiétement successif des replis vitellins résulte la jonction et la fermeture de cette espèce de bourse à double paroi vitelline. Les deux capuchons, au moment de leur affrontement, sont tellement appliqués sur l'embryon, qu'ils passent au-dessous de la membrane chalazique, sans la comprendre dans leurs plis de jonction (pl. XII). Aussi les deux lames qui composent chaque capuchon sont-elles étroitement accolées l'une à l'autre pour constituer la membrane de l'amnios. Celle-ci aurait donc, dans l'origine de sa formation, deux feuillets bien distincts.

Quant au liquide qu'on a dit s'interposer entre ces deux lames pour établir une cavité ou faux amnios, nous ne saurions concevoir ce phénomène sans admettre un état pathologique pour l'expliquer. En effet, ce liquide arriverait dans la cavité du faux amnios par endosmose, dit-on; mais alors il serait contenu dans la cavité propre de la séreuse, qui fournit les deux capuchons, et ne saurait s'y accumuler, puisque latéralement cette cavité communique, d'après les auteurs cités, dans la cavité du feuillet séreux du blastoderme. Pour admettre donc l'écartement des deux feuillets qui composent la membrane de l'amnios, il faudrait supposer une adhérence au point seulement qui correspond au deuxième angle de chaque repli amniotique. Or ce serait là une particularité anormale du développement et non un état physiologique. La jonction des deux capuchons et la soudure des deux feuillets qui les cons-

tituent s'opèrent donc sans qu'il y ait jamais de liquide interposé entre les replis de la membrane vitelline. Après la fermeture de la poche de l'amnios, un liquide transparent s'accumule petit à petit dans sa cavité; c'est alors seulement qu'il est possible de bien apprécier la disposition et les rapports de cette enveloppe avec l'embryon. En effet, à cette époque du développement, le feuillet simple de la membrane vitelline qui s'applique sur le corps de l'embryon se trouve en regard avec le double feuillet amniotique, ce qui établit une véritable cavité séreuse, où s'accumule le liquide de l'amnios. Alors l'embryon est placé dans une véritable cavité réfléchie, espèce de membrane séreuse, en effet, dont la fonction serait de fournir le liquide amniotique. Toutefois, le feuillet périphérique de l'amnios est ici double dans l'origine, tandis que celui de la plèvre ou du cœur, par exemple, est toujours simple. Enfin, pendant que l'évolution embryonnaire s'achève, la composition vitelline semble se modifier un peu. C'est ainsi qu'on retrouve dans le jaune proportionnellement plus de globules vitellins que de vésicules huileuses. On voit surtout cette différence sur le jaune qui est contenu dans l'abdomen après la naissance du poulet : là les proportions de matière grasse diminuent d'une manière notable. D'après ces faits, il semblerait évident que ce serait la substance huileuse qui joue un rôle important dans la création des organes du poulet. On verra plus loin que ce fait est pleinement confirmé par l'analyse chimique.

RÉSUMÉ DES DEUX CHAPITRES RELATIFS À LA CONSTITUTION DE L'ŒUF DE LA POULE AVANT ET APRÈS LA FÉCONDATION.

Pour connaître comment l'œuf se constitue, il faut commencer son étude dans l'ovaire même.

Celui-ci se compose principalement de tissu vasculaire. Les artères et les veines qui entrent dans la composition du calice forment deux couches de vaisseaux superposées.

La terminaison des vaisseaux sur la face interne du calice est des

plus remarquables : ce sont de petites houppes villeuses analogues à celles du chorion chez le fœtus de la jument. C'est au milieu de ces houppes vasculaires et dans la membrane ovarienne elle-même que l'œuf apparaît sous forme de vésicule transparente.

Cet œuf, d'après la structure des parois du calice, est évidemment un produit de sécrétion, et non, comme on l'a dit, le résultat d'une sorte d'exfoliation ovarienne, constituant une molécule gemmipare, analogue à la molécule qu'on croit aussi pouvoir admettre pour la formation des spermatozoïdes.

La matière organique élémentaire ainsi sécrétée et puis séparée de la souche commune, n'a besoin que d'une force vitale plus grande pour entrer en mouvement, et cette force lui est communiquée par la fécondation.

Cet acte vital nous a paru s'effectuer, chez la poule, dans la portion de l'oviducte qui avoisine le pavillon de la trompe.

Rien ne prouve que l'œuf soit fécondé dans l'ovaire même chez les oiseaux.

On rencontre assez souvent des œufs tombés dans la cavité abdominale qui n'ont pas la moindre apparence d'organisation; il y en a aussi de fécondés et en voie d'incubation, mais alors l'oviducte les aurait laissés échapper.

L'œuf, dans l'ovaire, est constitué par une sphère germinative placée au centre de la sphère vitelline.

Les rapports de ces deux sphères changent très-vite : la vésicule germinative s'excentrise et se trouve alors en contact avec la membrane vitelline.

A mesure que le liquide sécrété par le calice pénètre par imbibition dans les deux sphères, il s'opère un changement chimique dans la composition de ce liquide transparent, et des globules se forment.

Indépendamment des globules organiques, on aperçoit en même temps des globules huileux, tant dans la cavité vitelline que dans la vésicule germinative.

L'accumulation de ces parties constituantes forme souvent,

tant par leur disposition que par leur fusion, une partie plus opaque dans la vésicule germinative, à laquelle Wagner surtout a attaché une importance exagérée.

Cette partie est celle qu'on a nommée *tache germinative*, ou *taches germinatives*, quand plusieurs grains opaques se montrent.

Les granulations qui s'accumulent dans la cavité vitelline entourent bientôt la vésicule germinative, et lui servent de disque à la manière du disque proligère qui supporte l'œuf dans la vésicule de de Graaf.

Quand tout le liquide de la sphère vitelline a été converti en granules et en vésicules vitellines et que l'œuf a acquis un volume convenable, le calice lui livre passage à l'endroit du *stigma*.

La ligne blanchâtre qui constitue le stigma est traversée par quelques vaisseaux. Mais ces vaisseaux sont éminemment capillaires et imperméables aux globules du sang. Cette disposition est une condition favorable pour la déhiscence du calice et la sortie de l'œuf.

On peut considérer la séparation de l'œuf de son calice comme une ponte véritable, tant chez les oiseaux que chez les animaux ovipares. Le calice serait un utérus spécial destiné à la formation de l'œuf, et l'oviducte un utérus complémentaire.

Le premier élabore et achève la formation de l'œuf essentiel à la reproduction; le second lui fournit des éléments utiles mais accessoires pour l'organisation du nouvel être.

L'utérus primitif ou calice est invariablement le même chez tous les animaux à ovaires.

L'utérus complémentaire, au contraire, constitue chez les mammifères un appendice de l'oviducte, qui se dégrade très-promptement dans la classe même des vertébrés supérieurs.

Après la ponte ovarienne, le calice sécrète encore une substance blanchâtre, comme muqueuse, qui, mise en contact avec l'eau de baryte, offre un aspect globuleux assez analogue à celui qui résulte du mélange d'albumine liquide et de baryte.

Après la fécondation, l'œuf s'enveloppe des membranes acces-

soires, qui sont la membrane chalazifère, la membrane située entre les deux albumens, les membranes interne et externe de la chambre à air, la coque et la membrane épidermoïde.

L'air contenu dans le gros bout de l'œuf n'y est pas renfermé, comme on l'a dit, au moment où la coquille se forme dans l'oviducte, et le réservoir aérien ne se constitue qu'après la ponte de l'œuf.

Le fluide ambiant dans lequel la poule dépose le produit de la *sécrétion* ovarienne pénètre dans la cavité de la coquille par ses porosités anfractueuses.

Suivant toute apparence, l'air qui a traversé les trous de la coque suit les sillons nombreux qu'on remarque sur la membrane externe de la chambre à air, et qui établissent par leur disposition une sorte de réseau trachéen.

On ne retrouve plus la vésicule germinative après la fécondation, mais on observe que le disque prolifère est toujours plus transparent au centre.

La disparition subite de la vésicule germinative dans l'œuf de la poule prouve qu'elle n'est point déprimée par l'accumulation des grains vitellins, comme cela s'observe pour l'œuf des batraciens.

Le contenu de la vésicule germinative se porte, dans tous les cas, à la périphérie de l'œuf, où le disque prolifère le circonscrit et le maintient en rapport avec la membrane vitelline. Ce point de l'œuf est celui dans lequel le blastoderme se constitue. La formation des feuillets séreux, muqueux et vasculaire, dans le blastoderme, n'est point anatomiquement démontré.

Le sillonnement médian du blastoderme provient de l'arrangement des globules vitellins et des vésicules huileuses mis en mouvement après la fécondation.

Il s'accumule une quantité considérable de vésicules huileuses entremêlées de globules vitellins dans le disque prolifère.

Ces parties sont bientôt renfermées dans un double feuillet blastodermique, et c'est là que les globules du sang apparais-

sent. Lorsqu'ils sont mis en mouvement, ils sillonnent l'aire des globules huileux et granuleux, et ce tracé devient plus tard vasculaire.

Les globules primitifs du sang sont presque sphériques et leur noyau central n'est point très-distinct; plus tard, les globules deviennent ellipsoïdes et à noyau central très-évident.

Le sang ne se colore pas quand l'œuf fécondé est mis en incubation dans un lieu privé d'air.

La circulation du sang dans le double feuillet blastodermique se métamorphose vers le troisième jour de l'incubation.

La première période circulatoire constitue la *circulation vitelline primitive,* et la seconde, la *circulation vitelline permanente.*

L'une et l'autre ont pour but, non-seulement de recueillir les matériaux propres à la formation du sang, mais de le modifier par une véritable respiration, afin de le rendre apte à entrer dans la constitution des organes en voie de formation.

On peut considérer la première circulation comme analogue à celle des poissons, puisque la presque totalité du sang passe directement par l'aire vasculaire qui représente l'organe respiratoire, et que c'est par conséquent un cœur pulmonaire qui fonctionne.

La seconde circulation représente très-exactement celle des reptiles, le même cœur envoyant du sang mélangé à l'organe respiratoire et aux diverses parties du corps de l'animal. Le cœur droit ou pulmonaire est donc le premier formé, et c'est aussi celui qu'on rencontre le plus généralement chez les êtres inférieurs de la série zoologique.

A mesure que la première circulation se modifie et au moment où sa fonction cesse d'être en pleine vigueur, on voit apparaître l'allantoïde, qui, par sa vascularité et sa disposition, devient un organe de substitution fonctionnelle.

La seconde circulation vitelline, sans perdre entièrement la propriété de vivifier le sang, se trouve plus spécialement chargée de s'approprier des matériaux nutritifs et d'agir ainsi à la manière des lymphatiques chylifères ou à l'instar de la veine porte.

D'après le développement, la disposition, la structure et les rapports de l'allantoïde, on est conduit à admettre sa fonction, qui est sans aucun doute d'hématoser les matériaux destinés à devenir du sang. Cet organe a donc de l'analogie avec le placenta des mammifères, ou, pour mieux dire, est un demi-placenta; celui-ci servant à la fois d'organe nutritif et d'organe d'hématose, tandis que le premier est seulement chargé de la fonction respiratoire.

Mais si l'allantoïde est un demi-placenta chez le poulet, la vésicule ombilicale chez les mammifères est bien moins que cela, comparativement à celle de l'oiseau. Ce balancement organique était du reste nécessaire, puisque la fonction devait varier, et se trouver dans un ordre inverse pour s'adapter convenablement aux circonstances.

Le vitellus figure donc comme organe de nutrition, là où il ne peut pas être remplacé par un autre organe, et dans ce cas il est très-volumineux.

L'allantoïde, quoique toujours organe d'hématose, est en même temps organe de nutrition, là où le vitellus est très-petit.

Les membranes accessoires de l'œuf se forment du centre à la périphérie, et se détruisent dans le même ordre pendant l'incubation.

Le développement de l'allantoïde est cause de la disparition des autres membranes de l'œuf. A la fin du douzième jour, l'allantoïde a envahi toute la cavité de l'œuf, et contient dans son double feuillet vasculaire : le vitellus, l'embryon et l'albumen.

La cavité propre de l'allantoïde renferme un liquide séreux qui diminue à mesure que l'incubation approche de son terme.

Les deux feuillets allantoïdiens sont adhérents l'un à l'autre au dix-neuvième jour.

L'allantoïde reçoit deux artères ombilicales des iliaques primitives : la droite est très-petite; la gauche, beaucoup plus volumineuse, semble être la continuation de l'aorte.

Il y a chez le poulet, avant la naissance, un double canal artériel dont la disposition rappelle la double crosse des reptiles.

La veine ombilicale ou allantoïdienne va *directement* dans le renflement veineux sous-auriculaire, sans envoyer de branches dans le foie.

Le sang de la veine porte ne se mélange donc pas avec une partie du sang de la veine allantoïdienne ou ombilicale avant de parcourir les veines hépatiques.

En revanche, le système de la veine cave inférieure *communique largement* avec celui de la veine porte.

L'artère vitelline qui se bifurque provient de l'aorte; la veine vitelline, également divisée en branches, va déboucher dans le tronc de la veine porte par un gros tronc qui aurait une analogie de fonctions avec la veine ombilicale des mammifères.

Ces deux vaisseaux constituent plus tard les vaisseaux omphalo-mésentériques.

Les vaisseaux qui passent entre les sillons ou fentes latérales du cou ne constituent point des organes branchiaux comme on l'a dit pendant longtemps.

Il n'y a ni fentes branchiales ni vaisseaux branchiaux chez l'embryon du poulet; les moignons arrondis et séparés dont il est question ne sont que les côtes et les pièces du maxillaire inférieur à l'état rudimentaire.

La métamorphose de la circulation allantoïdienne s'effectue par le détour du sang artériel dans les organes pulmonaires du poulet, qui respire l'air libre avant de sortir de la coque. L'atrophie très-prompte de la veine ombilicale ou allantoïdienne en est bien la meilleure preuve; elle ne peut s'expliquer, du reste, que par le détour du sang des artères ombilicales dans les troncs des artères pulmonaires en action. Si les mammifères pouvaient respirer avant de naître, leur placenta s'atrophierait également avec une grande promptitude, à cause de l'affluence du sang vers les poumons.

Après que cette troisième phase de la circulation est achevée, le poulet ne subit plus de métamorphose.

Vers le dix-neuvième jour de l'incubation, le vitellus pénètre dans l'abdomen du poulet, et n'est résorbé qu'après le treizième

jour de la naissance, c'est-à-dire quinze jours après son entrée dans l'abdomen.

L'amnios du poulet est formé par le feuillet vitellin doublé en forme de capuchon et constituant une séreuse.

Les feuillets se soudent entre eux et les bords des replis céphalique et caudal se joignent pour clore la cavité amniotique.

L'allantoïde ne s'interpose pas entre les deux feuillets de la membrane de l'amnios, comme le veut M. Coste, mais bien entre eux et un autre repli de la membrane vitelline. Le second chorion de cet auteur, ou lame externe de l'amnios, résulterait d'un état pathologique, il en serait de même du liquide amniotique engagé entre les lames de la membrane de l'amnios.

Quant au premier chorion de MM. Baer et Coste, il serait constitué par la membrane vitelline, et le troisième par l'allantoïde. A notre avis, ces dénominations de chorions non vasculaire et vasculaire pourraient être avantageusement remplacées par les mots de membrane vitelline et de membrane allantoïde. Nous n'admettons pas, du reste, comme chose démontrée, la séparation des feuillets de l'amnios pour constituer le deuxième chorion non vasculaire de M. Coste, et cela pour des raisons indiquées plus haut.

Enfin les parties constituantes de l'œuf, examinées pendant la durée de l'incubation, n'ont présenté que peu de différence, et cette différence porte surtout sur la diminution des globules huileux. Elle devient surtout très-appréciable si l'on compare les éléments du vitellus, avant l'incubation, avec ceux qui se retrouvent dans le ventre du poulet quelques jours après la naissance.

Les globules huileux sembleraient, d'après cela, être les premiers matériaux utilisés pour la création des organes de l'embryon des oiseaux.

CHAPITRE VIII.

RECHERCHES DE PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE SUR LES ŒUFS AÉRIENS.

L'observation des métamorphoses et des créations organiques qui ont lieu dans un œuf fécondé et soumis à l'incubation frappe tout à la fois d'étonnement et d'admiration. Avant cet acte important, l'œuf offre à l'analyse la plus immédiate : un vitellus recouvert d'enveloppes muqueuses, pour les œufs aquatiques, ou albumineuses et couvertes d'une couche scléreuse ou calcaire, pour les œufs aériens. Après l'incubation, ces enveloppes revêtent un animal tout formé et doué de la vie. Si l'on appliquait à toute la série animale ce que l'on observe chez les amphibiens, le vitellus seul, modifié par l'influence de l'oxygène et d'une température convenable, pourrait donner naissance à cette création si merveilleuse. L'analyse microscopique et l'analyse chimique démontrent que les principaux éléments organiques de l'œuf sont une matière albuminoïde, une matière grasse et quelques substances minérales. Après l'incubation, on trouve que ces éléments ont donné naissance, non-seulement à du sang et à du tissu cellulaire, qui n'existaient point dans l'œuf, mais encore à plusieurs systèmes organiques parfaitement développés, parmi lesquels on distingue l'osseux, le musculaire, le nerveux et le tégumentaire.

Il était de la plus haute importance de rechercher comment ces transformations pouvaient avoir lieu au point de vue chimique. Il fallait déterminer si tous ces éléments, qui s'organisent d'une manière si merveilleuse, existent à l'état latent dans l'œuf, et si l'incubation ne fait, pour ainsi dire, qu'en opérer le départ et le classement, ou si ces éléments ne peuvent prendre naissance que sous l'influence chimique d'un agent extérieur, qui serait l'air. Cette question a été étudiée, et la deuxième partie de ces recherches démontre clairement la nécessité de l'intervention de ce fluide pour que ce travail ait lieu ; c'est-à-dire qu'il est produit

sous l'influence de réactions chimiques profondes, qui modifient les éléments organiques, en retranchant une partie de leurs principes constituants par une véritable combustion.

L'étude des modifications chimiques qui surviennent dans l'œuf fécondé pendant l'incubation est vaste, compliquée et difficile à aborder. Aussi, ne pensant pas qu'il serait possible de compléter un travail si considérable, nous avons arrêté un programme progressif, commençant par les notions les plus indispensables à acquérir, et nous nous sommes astreints à le suivre, en opérant sur des œufs de poule et sur des œufs et des têtards de grenouille.

Voici ce programme :

1° Étudier l'œuf avant et pendant l'incubation;

2° Déterminer les quantités d'eau, de matière organique et de matière anorganique entrant dans la constitution des œufs;

3° Analyser les matières anorganiques;

4° Déterminer la composition immédiate des œufs, c'est-à-dire en séparer les principes immédiats et en déterminer les proportions;

5° Soumettre les œufs à l'analyse ultime;

6° Soumettre les différentes parties de l'œuf à l'analyse ultime.

Les trois premières parties seulement ont pu être examinées pour les œufs de poule; la quatrième partie a été commencée : un accident nous a privés de notre travail.

Les œufs de la grenouille, pris dans l'ovaire, les têtards à différentes époques de leur existence, et la grenouille adulte, ont été examinés jusqu'au quatrième paragraphe inclusivement.

Nous avons conservé tous les produits nécessaires pour terminer notre travail.

RECHERCHES SUR LA COMPOSITION DES OEUFS DE POULE AVANT ET PENDANT L'INCUBATION.

Les expériences relatives aux œufs des oiseaux ont été entreprises sur ceux de la poule. Nous avons opéré sur des œufs frais

et sur des œufs soumis à l'incubation depuis sept, quatorze et dix-huit jours.

DESSICCATION ET INCINÉRATION DES ŒUFS.

Au premier point de vue, la dessiccation et l'incinération des œufs paraissent être simples et faciles à exécuter; cependant elles présentent des difficultés si considérables, que nous croyons indispensable d'entrer dans quelques détails à cet égard. Sans cela, on ne pourrait se rendre compte de plusieurs résultats discordants, et l'on pourrait attribuer à des négligences ce qui n'est dû qu'à des difficultés que nous n'avons pu surmonter.

Dessiccation des œufs. — Pour dessécher les œufs, nous n'avons pu employer qu'une température inférieure à + 60 degrés, afin de ne point coaguler complétement l'albumine qu'ils contiennent, puisque notre intention était de l'isoler et d'en déterminer la quantité. Cette température même est fort élevée lorsqu'on ne veut point coaguler l'albumine, comme nous l'avons déjà fait observer. Le vide sec peut aussi être employé avantageusement, et ces deux moyens ont été réunis. Mais les résultats ainsi obtenus, même en réunissant tous les produits ensemble et dans les mêmes circonstances, sont-ils bien semblables? L'eau n'est pas engagée de la même manière dans les œufs avant et pendant l'incubation, et elle pourrait bien n'être pas chassée en quantité comparable en employant les mêmes moyens. Il faut ajouter à ces inconvénients que l'huile contenue dans le vitellus des œufs recouvre tous les autres produits, et qu'elle nuit considérablement à leur dessiccation.

Voici les résultats obtenus en opérant sur des œufs frais et sur des œufs soumis à l'incubation naturelle sous une même poule :

	A	B	C	D
	Huit œufs non couvés.	Cinq œufs couvés pendant 7 jours	Cinq œufs couvés pendant 14 jours.	Quatre œufs couvés pendant 18 jours.
Eau et matières volatiles......	325gr800	179gr080	178gr515	148gr540
Poids du résidu sec..........	150, 000	93, 000	98, 600	77, 900
Poids des œufs.............	475, 800	272, 080	277, 115	226, 440

Les mêmes résultats ramenés par le calcul à l'œuf pris comme unité.

Eau et matières volatiles......	0,68474	0,65819	0,64419	0,65598
Poids du résidu sec..........	0,31526	0,34181	0,35581	0,34402
Poids des œufs..............	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000

Les mêmes résultats, en tenant compte de la perte de poids éprouvée par les œufs pendant l'incubation[1].

Perte pendant l'incubation....	0,00000	0,03744	0,09000	0,12633
Perte pendant la dessiccation..	0,68474	0,63355	0,58622	0,57311
Somme des pertes précédentes..	0,68474	0,67099	0,67622	0,69944
Poids du résidu sec..........	0,31526	0,32901	0,32378	0,30056
Poids des œufs.............	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000

En opérant sur cinq œufs, et en isolant autant que possible les différentes parties qui les constituent, nous avons obtenu les résultats suivants.

	Matières avant la dessiccation.	Résidu.	Eau et matières volatiles.
Coquilles.....................	25gr400	25gr400	0gr000
Vitellus.......................	84, 780	44, 600	40, 180
Albumen interne...............	87, 350	10, 850	76, 500
Albumen externe...............	87, 970	11, 800	76, 170
Poids des cinq œufs............	285, 500	92, 650	192, 850

[1] Cette perte a été calculée à l'aide du tableau de la page 612. Il n'a pas dépendu de nous de peser les œufs avant de les soumettre à l'incubation.

Les mêmes résultats ramenés à l'unité de poids pour chaque substance à l'état frais.

Coquilles	1,00000	1,00000	0,00000
Vitellus	1,00000	0,52607	0,47393
Albumen interne	1,00000	0,12421	0,87579
Albumen externe	1,00000	0,13413	0,86587

Les mêmes résultats, l'œuf étant pris pour unité de poids.

Coquilles	0,0889		0,0889		0,0000
Vitellus	0,2970		0,1562		0,1408
Albumen interne	0,3060		0,0380		0,2680
Albumen externe	0,3081		0,0413		0,2668
Sommes	1,0000	=	0,3244	+	0,6756

La difficulté qu'on éprouve à séparer les deux albumens des œufs nous engage à réunir leurs poids, qui donnent une somme de 0,6141; ils laissent un résidu de 0,0793, et abandonnent 0,5348 d'eau et de matières volatiles.

Pour obvier à cet inconvénient, qui toutefois n'est pas d'une grande importance, nous avions pensé à séparer les albumens cuits dans l'eau, et nous nous étions assurés que l'albumine fluide et l'albumine coagulée laissent un même résidu par la dessiccation; mais nous n'avons pas eu le temps de terminer cette expérience[1].

La quantité d'humidité, ou 0,6756, et celle du résidu sec, ou 0,3244, s'éloignent peu de celles obtenues en opérant sur des œufs entiers et consignées dans le tableau précédent.

Incinération des œufs. — L'incinération, comme la dessiccation, est une opération qui, en elle-même, est d'une facile exécution; elle ne peut cependant donner des résultats identiques et toujours comparables. Une des principales difficultés vient de ce qu'il est impossible de réduire en poudre les œufs desséchés, à cause de

[1] Comme il reste toujours de l'albumine qui adhère après les coquilles des œufs frais, elles ont été lavées à l'eau distillée et séchées au soleil; c'est pour cela que leur poids n'a plus diminué par une dessiccation ultérieure. L'eau des lavages a été réunie aux albumens externes.

l'huile qu'ils renferment; il en résulte que l'on ne peut mêler intimement les débris de la coque avec la matière organique, et que chaque fois que l'on prend de la substance pour l'incinérer, on peut être assuré que la quantité destinée à l'expérience offre une composition variable. Une autre difficulté, mais plus aisée à vaincre que celle qui précède, vient de l'énorme quantité de chaux vive qui se trouve dans le produit de l'incinération des œufs, et de ce que, malgré toutes les précautions prises pour éviter la présence de l'eau et celle de l'acide carbonique pendant le refroidissement du creuset, et surtout pendant qu'on le pèse, on ne peut se mettre entièrement à l'abri de cette chance d'erreur. Il faut encore ajouter à ces difficultés, que les œufs ne sont point identiques, qu'il en est qui ont la coque mince et d'autres qui l'ont épaisse : c'est encore là une cause qui nuit à la netteté des résultats donnés par l'expérience.

Le tableau suivant contient les moyennes données par l'incinération des quatre sortes d'œufs sur lesquels on a déjà opéré. Les expériences ont été répétées trois fois sur chacune d'elles. (*Voir le registre des expériences.*)

A.	0,1757	[1]
B.	0,1754	
C.	0,1737	
D.	0,1603	

Ces résultats ramenés à l'œuf frais, pris comme unité, donnent les valeurs suivantes

PRODUIT DE LA CALCINATION DES OEUFS.

OEufs avant l'incubation	0,05539	Moy. = 0,05483 [2]
OEufs après 7 jours d'incubation	0,05771	
OEufs après 14 jours d'incubation	0,05624	
OEufs après 18 jours d'incubation	0,04818	

[1] Les lettres A, B, C, D, représentent les produits indiqués précédemment par les mêmes lettres.

[2] Cette moyenne est de beaucoup inférieure au poids de la coque desséchée trouvé précédemment; cela tient à ce que cette coque est revêtue de membranes, qu'elle est pénétrée de matière organique, et que la chaux qu'elle contient s'y trouve à l'état de carbonate.

Les trois premiers résultats sont dans les limites des erreurs inhérentes à ces sortes d'expériences. La différence énorme qui existe entre ceux-ci et le dernier peut tenir à un défaut d'identité entre les œufs des poules; elle peut encore tenir à la difficulté d'opérer le mélange des différentes parties constituantes de l'œuf; cependant les parties de l'œuf couvé et desséché étant plus faciles à réduire en poudre que celles de l'œuf qui n'a point été soumis à cette opération, nous avons dû rechercher si cette différence ne serait point due à de l'acide phosphorique, ou à de l'acide sulfurique combiné à une matière organique qui pourrait se détruire pendant l'incinération : des expériences entreprises pour déterminer les quantités de soufre et de phosphore par diverses méthodes répondent à cette question.

EXAMEN CHIMIQUE DE LA MATIÈRE MINÉRALE CONTENUE DANS LES ŒUFS COUVÉS ET NON COUVÉS.

Examen du produit de l'incinération. — Désirant apporter le plus grand soin à l'étude du produit de l'incinération des œufs incubés et non incubés, après plusieurs essais peu satisfaisants, nous avons dû renoncer à la méthode employée pour l'analyse des os, et que nous avons suivie pour examiner les cendres de la grenouille à différents âges. Notre intention était principalement de déterminer la quantité de la chaux, celle de l'acide phosphorique et celle du fer. Nous avons vu, ainsi que M. Berzélius l'avait fait observer, que l'acétate hydrique dissout le phosphate calcique, et nous avons trouvé, de plus, qu'il laisse du carbonate calcique intact, même à la température de l'ébullition, quand celui-ci possède une grande cohérence. Nous avons donc préféré dissoudre les cendres des œufs dans de l'azotate hydrique. En suivant ce mode d'expérimentation, il est resté, en général, pour un gramme de matière, un milligramme d'un résidu charbonneux contenant quelques traces de matière incombustible, qui nous a paru être de la silice. Le phosphate calcaire a été ensuite précipité par l'ammoniaque, lavé un

grand nombre de fois par décantation, et desséché dans une capsule tarée. La chaux excédante a été ensuite précipitée à l'aide du sesquicarbonate d'ammoniaque et de l'ébullition; l'acide sulfurique a été précipité par l'azotate barytique; enfin, les liqueurs des lavages ont été évaporées; le résidu de cette évaporation a été pesé, redissous et examiné à l'aide des réactifs.

Voici les résultats obtenus en suivant ce procédé analytique:

EXAMEN DES CENDRES DES OEUFS AVANT ET PENDANT L'INCUBATION.

Les poids des cendres étant l'unité[1].

	Phosphate calcique.	Carbonate calcique.	Acide sulfurique.	Soufre.
A OEufs non couvés.	0,0950	1,0370	0,0208	0,0084
B OEufs couvés pendant 7 jours. . .	0,1090	1,1370	0,0162	0,0064
C OEufs couvés pendant 14 jours. .	0,1630	1,0750	0,0202	0,0080
D OEufs couvés pendant 18 jours. .	0,0510	1,2060	indices.	indices.

Le poids de l'œuf frais étant l'unité.

A OEufs non couvés.	0,00526	0,05744	0,00115	0,00046
B OEufs couvés pendant 7 jours. . .	0,00629	0,06560	0,00093	0,00037
C OEufs couvés pendant 14 jours. .	0,00917	0,06046	0,00113	0,00045
D OEufs couvés pendant 18 jours. .	0,00246	0,01474	indices.	indices.

Le résidu de l'évaporation provenant de l'analyse des cendres des œufs contenait de la soude libre, des traces de potasse, de chlore et d'acide sulfurique. On a été obligé de réunir les quatre produits pour l'étudier, parce qu'il était en très-petite quantité.

Les résultats précédents n'offrent rien de bien satisfaisant: des analyses ont été tentées par une autre méthode. Il était d'autant plus utile de le faire, que de l'acide sulfurique et de l'acide phosphorique même, unis à la glycérine, pouvaient être complétement détruits pendant la calcination.

[1] Le surcroît du poids du carbonate calcique vient de ce qu'il a été pesé à l'état de chaux parmi les cendres et qu'il est compté à l'état de carbonate.

EXAMEN DE LA MATIÈRE MINÉRALE DES ŒUFS SANS LES INCINÉRER.

Ce qui frappe, dans le tableau précédent, c'est l'absence presque complète du soufre dans les œufs couvés pendant dix-huit jours : peut-être ce soufre pouvait-il être retrouvé en employant une autre méthode.

Le produit de la dessiccation des œufs a été détruit par l'azotate hydrique; la masse résultant de cette réaction a été saturée par la potasse; la liqueur a été ensuite évaporée jusqu'à siccité, et le résidu solide a été chauffé au rouge. Le nouveau produit a été traité par l'eau acidulée par l'azotate hydrique, précipité par l'ammoniaque pour avoir le phosphate de chaux; traité par l'oxalate d'ammoniaque pour avoir la chaux qui a été dosée à l'état de sulfate, et précipité par l'azotate barytique pour avoir l'acide sulfurique.

Ces expériences n'ont été entreprises que sur les deux points extrêmes de la série : les œufs non couvés et les œufs couvés pendant dix-huit jours. En voici le résultat :

PRODUITS ANORGANIQUES DONNÉS PAR DES ŒUFS NON COUVÉS
ET PAR D'AUTRES ŒUFS
APRÈS 18 JOURS D'INCUBATION, EN LES DÉTRUISANT PAR L'AZOTE HYDRIQUE.

Résultats rapportés à l'œuf sec pris comme unité.

	Phosphate.	Carbonate.	Acide sulfurique. (SO_3)	Soufre.
Œufs non couvés..........	0,0339	0,1532	0,00648	0,00258
Œufs couvés pendant 18 jours.	0,0401	0,2201	indices.	indices.

Les mêmes résultats rapportés à l'œuf frais pris comme unité.

	Phosphate.	Carbonate.	Acide sulfurique. (SO_3)	Soufre.
Œufs non couvés..........	0,01069	0,04830	0,00204	0,00082
Œufs après 18 jours d'incubat.	0,01205	0,06615	indices.	indices.

Le phosphate calcaire des œufs couvés était coloré en rouge

par du phosphate de fer; le phosphate calcaire des œufs non couvés était parfaitement blanc.

Il résulte des recherches consignées dans le tableau précédent que le soufre diminue pendant l'incubation : ce résultat n'a rien qui puisse étonner, puisque les œufs répandent généralement une odeur désagréable pendant qu'ils sont soumis à cet acte, et qu'il pourrait bien se faire que cette odeur fût due à un produit sulfuré [1].

L'augmentation de poids du phosphate calcaire et la présence du phosphate de fer qui l'accompagne doivent-elles nous porter à en conclure qu'il se forme du phosphore et du fer pendant l'incubation? Cela résulte évidemment de notre travail, qui a été entrepris exprès dans cette direction; mais, vu toutes les chances d'erreur que nous avons signalées, nous n'oserions prendre la responsabilité d'une telle assertion. Satisfaits d'avoir attiré l'attention des physiologistes sur ce point, nous attendrons que le temps achève ce que nous n'avons pu qu'ébaucher.

EXAMEN DE LA COMPOSITION IMMÉDIATE DES ŒUFS.

Les principes organiques qui dominent dans l'œuf avant l'incubation sont l'albumine et la matière grasse, les globules vitellins et les membranes étant de nature albuminoïde. Après la fécondation, on y trouve encore de l'albumine et de la matière grasse, mais dans des proportions différentes; et de plus, de la fibrine, du tissu cellulaire et du tissu épidermoïde.

Il est très-difficile, pour ne pas dire impossible, d'isoler nettement tous ces produits sans les altérer. Nous dirons plus, et le plus simple examen des phénomènes organiques qui se passent dans l'œuf le prouve suffisamment, il n'y a pas seulement dans l'œuf des produits parfaitement distincts, il y en a de transitoires

[1] Nos analyses ont été faites à une époque où il n'était plus possible de nous assurer, par l'expérience directe, de l'émission d'un produit sulfuré pendant l'incubation, sans quoi nous n'eussions pas manqué de le faire. Nous reviendrons plus tard sur ce résultat.

ou qui sont en voie de formation, et aucune méthode ne peut les isoler d'une manière suffisante sans les altérer. Nous avons employé des moyens simples, faciles à mettre en pratique, dans le but de déterminer au moins des points de comparaison; mais, comme nous l'avons dit, cette partie de nos expériences n'a pu être terminée, par suite d'un accident qui nous a privés de nos produits. On verra, dans l'étude de la composition immédiate de la grenouille à différents âges, un exemple de la méthode que nous avons suivie. Nous ne rapporterons ici que les expériences qui ont été faites pour savoir si la matière grasse des œufs subissait quelque variation dans sa quantité pendant l'incubation.

L'existence d'une matière grasse environnant la vésicule germinative dans les œufs des animaux est un fait si constant, qu'il n'existe pas, pour nous, le moindre doute qu'elle y remplit une des fonctions les plus importantes pour la propagation de l'espèce ou pour la transmission de la vie d'un animal au germe de son espèce. L'absorption de l'oxygène, signalant les premiers moments de cette nouvelle vie qui vient d'être propagée d'un animal à un œuf, la grande tendance des corps gras à absorber l'oxygène sont deux faits qui méritent d'être rapprochés. C'est peut-être par eux que commence l'action chimique qui caractérise la vie; mais, sans aucun doute, elle se propage aux corps azotés, car ceux-ci sont profondément modifiés dans leur composition, comme cela est prouvé par la présence de l'azote dans les produits de la respiration des œufs soumis à l'incubation, et par la formation de tissus d'une composition organique et chimique spéciale, qui n'existaient pas dans l'œuf avant la fécondation et l'incubation.

TRAITEMENT DES ŒUFS COUVÉS ET NON COUVÉS PAR LE ZYMÉTHER, POUR EN SÉPARER ET DOSER LA MATIÈRE GRASSE.

Dix grammes de matière sèche provenant des œufs A, B, C, D (voyez page 67), ont été traités par le zyméther et ont donné un premier résultat. Pensant que la matière n'avait point été suffisam-

ment épurée par le zyméther, de nouvelles expériences ont été entreprises sur d'autres quantités des mêmes œufs. Le résultat de ces expériences se trouve consigné dans les tableaux suivants:

PREMIER RÉSULTAT.

	A		B		C		D	
Matière sèche employée.......	$10^{gr}000$	1,0000			10,000	1,0000	$10^{gr}000$	1,000
Résidu.........	7, 510	0,7510	?	?	7,645	0,7645	7, 950	0,7950
Matières enlevées par le zyméther.	2, 490	0,2490			2,355	0,2355	0, 050	0,0050

SECOND RÉSULTAT.

	A		B		C		D	
Matière sèche employée.......	4, 000	1,00000	$5^{gr}000$	1,00000			5, 000	1,00000
Résidu.........	2, 845	0,71125	3, 640	0,72800	?	?	3, 740	0,74800
Matières enlevées par le zyméther.	1, 155	0,28875	1, 360	0,27200			1, 260	0,25200

Les produits représentés par *B* dans le premier résultat, et par *C* dans le second, n'ont pas été terminés convenablement; mais, à l'aide du premier tableau, on peut facilement calculer ce que doit être le rendement du produit *C* dans le second. C'est ce qui existe dans le tableau suivant, où les résultats obtenus sont ramenés à l'œuf frais pris pour unité :

QUANTITÉ DE MATIÈRE GRASSE CONTENUE DANS LES ŒUFS COUVÉS ET NON COUVÉS RAMENÉE AU POIDS DE L'ŒUF AVANT L'INCUBATION.

	A	B	C	D
Matière grasse..............	0,091032	0,089491	0,085122	0,075741
Résidu organique et minéral...	0,224228	0,239519	0,238658	0,224819

Il est bien évident que la matière grasse diminue dans les œufs à mesure que l'évolution organique fait des progrès.

RÉSUMÉ RELATIF A LA COMPOSITION DES ŒUFS AVANT ET PENDANT L'INCUBATION.

Les résultats précédents étaient tous rapportés à l'œuf pris comme unité et terme de comparaison avant l'incubation; il suffit de les rassembler. Nous allons rapprocher ainsi les résultats extrêmes de la série de nos expériences, ceux relatifs aux œufs non couvés, et ceux relatifs aux œufs couvés pendant dix-huit jours. Nous les discuterons ensuite.

RÉSUMÉ DES RECHERCHES EXPÉRIMENTALES RELATIVES AUX PHÉNOMÈNES DE L'INCUBATION DES ŒUFS DES OISEAUX.

	Œufs non couvés.	Œufs couvés 18 jours.
Perte observée pendant l'incubation............	0,000000	0,126330
Oxygène absorbé...........................	0,000000	0,018936
Perte par la dessiccation..........................	0,684740	0,573110
Matières organiques ou combustibles.............	0,254230	0,241570
Matières anorganiques ou incombustibles...........	0,061030	0,058990

La somme des éléments de l'œuf non couvé égale 1,000000; celle des éléments de l'œuf couvé égale 1,018936, et dépasse la précédente de toute la quantité d'oxygène absorbé.

Ce tableau résulte uniquement des données expérimentales, excepté la quantité de matière anorganique des œufs couvés, qui a été supposée la même que celle des œufs frais, et dont on a seulement retranché le poids de l'acide sulfurique, dont le soufre disparaît bien certainement en grande partie pendant l'incubation, tandis que l'oxygène se fixe sur la matière organique, ou disparaît avec elle, ce qui ne change rien au calcul.

Si l'on réunit à la matière organique des œufs couvés celle perdue pendant l'incubation, et s'élevant à 0,012708, comme on le verra en faisant la somme de ces matières à l'aide du tableau de la page 630, on trouve 0,254278, qui est presque identique à 0,254230, que l'on rencontre dans l'œuf frais. Mais ce résultat

n'est que fortuit, car la matière minérale a été supposée invariable, et il résulte de l'expérience qu'elle aurait dû être diminuée dans les œufs couvés; de plus, l'oxygène absorbé doit faire partie de la matière organique.

CHAPITRE IX.

INFLUENCE DES CIRCONSTANCES SUR LE DÉVELOPPEMENT DE L'EMBRYON CONTENU DANS LES OEUFS AÉRIENS DES OISEAUX.

Les conditions nécessaires à la fécondation des embryons contenus dans les œufs aériens sont la fécondation, une température déterminée, la présence d'une certaine quantité d'eau dans l'atmosphère et celle de l'air respirable. Nous allons examiner chacune de ces conditions.

INFLUENCE DE LA FÉCONDATION.

Ainsi qu'on le sait parfaitement, la fécondation par l'intervention du mâle est nécessaire pour que l'évolution organique de l'œuf puisse avoir lieu. Sans cet acte purement vital, toutes les conditions physiques et chimiques seraient insuffisantes pour déterminer le développement d'un être vivant. Nous n'avons rien à ajouter à ce que l'on sait sur la nécessité de cette intervention; seulement nous appellerons l'attention de l'Académie sur quelques faits singuliers.

Indépendamment des conditions organiques propres aux individus, pour que la fécondation puisse s'opérer convenablement, il faut que ceux-ci soient soumis à un bon régime hygiénique, qu'ils soient exposés à la chaleur, à la lumière et qu'ils vivent sans crainte, c'est-à-dire dans un état convenable d'indépendance ou de sécurité.

La nécessité d'une alimentation suffisante n'a pas besoin d'être appuyée par des faits; il est bien évident que, pour qu'un animal fasse plus que de suffire à l'entretien de son propre organisme, pour qu'il produise régulièrement des œufs, il faut lui fournir les

éléments nécessaires à leur création, car ces œufs sont formés aux dépens de l'alimentation ou de sa propre substance; mais au lieu que l'animal dépérisse pour satisfaire à l'ovition, nous avons toujours vu la ponte s'arrêter et les œufs se résorber. Il est probable que cette résorption a lieu pour rétablir l'équilibre dans l'économie animale et pour réparer les pertes éprouvées par suite d'une alimentation insuffisante. Lorsque l'on enlève une poule à ses habitudes en la transportant d'un lieu dans un autre, la ponte s'arrête presque immédiatement, quelquefois pour plusieurs mois.

En 1842 et 1843, nous avons mis deux poules pondantes et un excellent coq dans une cave bien aérée et même bien éclairée par un large soupirail, qui donnait accès aux rayons solaires. Les poules ont continué à pondre pendant quelque temps, mais bientôt elles ont cessé de le faire et n'ont plus repondu ; de belles plumes qui ornaient le cou du coq sont tombées et n'ont pas repoussé. Cependant on fournissait à ces animaux une nourriture excellente et variée, en quantité plus que suffisante. Plus tard nous les avons mis à l'air libre dans une vaste cage; les poules se sont aussitôt mises à pondre et de manière à faire deux couvées en une saison. En même temps les plumes du coq ont commencé à repousser.

Il est évident que la basse température de la cave et son humidité ont suffi pour arrêter l'ovition chez les poules; la lumière, quoique assez intense, devait aussi être insuffisante.

Enfin, on sait que la ponte des oiseaux, même en état de domesticité, s'arrête généralement en hiver, et que c'est avec le retour du printemps que recommence la suite des phénomènes relatifs à la ponte et à la fécondation des animaux, époque qui est signalée dans notre hémisphère par le retour à une température plus élevée et à une lumière plus intense et plus persistante que celles de l'hiver.

INFLUENCE DE LA TEMPÉRATURE.

L'influence d'une température déterminée et suffisamment élevée pour que l'évolution embryonnaire des œufs d'oiseaux s'opère,

a été reconnue nécessaire depuis les temps les plus reculés. Les Égyptiens sont parvenus à faire éclore des poulets dans des fours chauffés à une douce température. Réaumur, qui a fait une longue étude de cette question au point de vue de l'économie industrielle, a fixé cette température au 32me degré de son thermomètre, degré qui correspond au 40me du thermomètre centigrade à mercure dont on se sert actuellement. C'est effectivement bien cette température qui convient à l'incubation. Dans les nombreux essais que nous avons faits dans des étuves, nous avons vu que cette température reproduisait le phénomène naturel de la manière la plus exacte et la plus complète. Si la température s'abaisse jusqu'au 38e degré, les phénomènes de l'évolution embryonnaire ont encore lieu, mais ils se succèdent plus lentement; à une température inférieure à 38 degrés, ils s'arrêtent. Si la température s'élève, l'évolution est plus rapide; on peut atteindre le 42e degré sans faire périr les embryons; mais on ne peut dépasser cette température sans éprouver un effet contraire, c'est-à-dire sans arrêter tous les phénomènes vitaux.

Nous avons observé un phénomène assez singulier et inconnu jusqu'à ce jour : c'est qu'à une température d'environ + 50 degrés, continuée pendant un temps assez long, il est vrai, l'albumine s'opacifie et subit ainsi un commencement de coagulation. On admet généralement que ce phénomène n'a lieu qu'à + 70 degrés. Ceci est vrai, mais il faudra admettre maintenant que c'est quand on opère d'une manière brusque; car, comme cela vient d'être dit, en opérant lentement, la coagulation peut avoir lieu à une température beaucoup plus basse.

Nous ajouterons ici, sans en faire un chapitre particulier, ce que l'on sait d'ailleurs, que les phénomènes de l'incubation, comme ceux de la germination, peuvent avoir lieu sans le concours de la lumière.

INFLUENCE DE L'HUMIDITÉ ATMOSPHÉRIQUE.

Les expériences nombreuses et variées que nous avons faites

sur l'incubation des œufs des animaux nous ont permis de constater que la présence d'une certaine quantité d'eau dans l'atmosphère était indispensable pour qu'elle eût lieu.

Si l'on fait couver des œufs dans un vase clos, l'air qu'il contient se trouve bientôt complétement saturé de vapeur à la température où l'on opère; la transpiration de l'œuf se trouve supprimée, et l'embryon qu'il renferme périt infailliblement dans un temps qui varie selon la capacité du vase.

Nous nous sommes assurés de l'exactitude de ce résultat en faisant passer dans l'étuve un courant d'air saturé d'eau, afin d'être bien certains que ce n'est pas le manque d'air qui était cause de l'accident observé; d'une autre part, si l'on cherche à déterminer l'incubation dans un appareil fermé de toutes parts, où l'on a placé un vase contenant de l'acide sulfurique concentré et où l'on établit un courant d'air desséché par le même agent, les embryons des œufs déjà couvés y périssent en peu de temps : dans ce cas, la transpiration de l'œuf dépasse de beaucoup les limites de la transpiration normale, et c'est sans aucun doute la cause qui les fait périr.

L'air desséché par le chlorure calcique, dans les circonstances qui viennent d'être indiquées, ne fait pas périr les embryons aussi rapidement que celui qui a été desséché par l'acide sulfurique concentré, mais il les tue infailliblement.

Tous ces faits, et l'explication que nous leur donnons, sont démontrés d'une manière évidente par la perte de poids éprouvée par les œufs. On sait d'ailleurs que cette perte de poids a déjà été déterminée par Geoffroy-Saint-Hilaire, MM. Dumas et Prévost, M. Chevreul et le docteur Prout. Nous avons répété les expériences de ces savants, et nous avons vu en outre que, dans le cas où l'atmosphère est très-humide, la perte de poids des œufs, dans un temps et à une époque de l'incubation donnés, est de beaucoup inférieure à celle qui a lieu dans les circonstances ordinaires. Dans l'air desséché par le sulfate hydrique, au contraire, cette perte est beaucoup plus considérable, et telle, qu'en

continuant l'expérience, l'œuf serait complétement desséché avant que le temps nécessaire à l'incubation fût écoulé.

Des expériences que nous avons faites et que nous rapporterons plus tard nous ont démontré que l'enveloppe calcaire des œufs des oiseaux avait principalement pour but, non-seulement de leur donner une certaine solidité, mais de régulariser et de modérer l'évaporation du liquide aqueux qu'ils renferment.

Nous devons avouer que ce n'est qu'après beaucoup de tâtonnements que nous sommes parvenus à opérer l'incubation dans des appareils fermés, et que la plus grande difficulté que nous avons rencontrée a été d'entretenir l'air des appareils dans un état d'humidité convenable. Nous nous sommes enfin arrêtés à l'emploi du sel marin ordinaire desséché, comme corps hygroscopique, qui a parfaitement réussi.

Nous croyons devoir placer ici le tableau des observations que nous avons faites sur la perte de poids des œufs pendant l'incubation, en opérant sur trois couvées. Les résultats ont été obtenus en ne pesant qu'un seul œuf à la fois; car, malgré toutes les précautions possibles, on ne pourrait enlever en même temps tous les œufs placés sous une poule sans l'empêcher de couver.

Tableau de la perte de poids éprouvée par les œufs pendant l'incubation naturelle.

JOURS.	PERTL.	JOURS.	PERTL.
1	0,00760	9	0,03422
2	0,01299	9 $\frac{1}{2}$	0,05434
3 $\frac{1}{2}$	0,01595	10 $\frac{1}{2}$	0,05792
4	0,01679	11 $\frac{1}{2}$	0,06002
4 $\frac{1}{2}$	0,01908	12 $\frac{1}{2}$	0,07124
5	0,02384	13 $\frac{1}{2}$	0,07325
5 $\frac{1}{2}$	0,02582	14 $\frac{1}{2}$	0,09500
6 $\frac{1}{2}$	0,03477	16	0,07340
8 $\frac{1}{2}$	0,04732	16	0,10670
8 $\frac{1}{2}$	0,04011	19	0,14596
9	0,04693	21	0,13755
9	0,03058	Poulet criant, coque percée	0,15955

Les pertes éprouvées par les œufs pendant l'incubation ne se suivent pas avec régularité. Cela tient à ce que tous les œufs d'une même couvée ne sont pas également avancés, parce qu'ils ne sont pas tous soumis à une égale influence de la part de la mère, malgré le soin qu'elle a de les déplacer et de les retourner. Cela devient évident, si l'on songe qu'il peut y avoir jusqu'à trois jours d'intervalle entre l'apparition du premier et du dernier poulet d'une même couvée.

Des observations faites sur des œufs, qui ne sont point inscrites dans le tableau précédent, ont démontré que, lorsque la perte est très-inférieure à celle qui résulte des observations précédentes, les œufs étaient fort en retard ou n'étaient pas fécondés. Cette seule observation suffirait pour établir que la perte de poids éprouvée par les œufs est une chose nécessaire, et qu'elle doit avoir lieu dans de certaines limites.

Huit œufs, pesant ensemble 523 gr. 60875, ont été abandonnés à eux-mêmes à une température de + 15 à 17 degrés pendant cinq jours, et ont perdu 2 gr. 18775; ce qui établit, pour chaque œuf, une perte égale à 0,00082 par jour, ou environ le huitième de celle qui a lieu pendant l'incubation.

La perte moyenne de poids éprouvée par les œufs dans une atmosphère saturée d'humidité à une température de + 37 à + 40 degrés, a toujours été supérieure à 0,00082, et toujours inférieure à la moitié de celle qui a lieu pendant l'incubation normale.

Dans une atmosphère privée d'humidité par l'acide sulfurique, la perte journalière éprouvée par un œuf varie de 0,014 à 0,018, et est au moins le double de la perte normale.

Il résulte des observations précédentes, que la perte de poids éprouvée par les œufs pendant l'incubation est un phénomène nécessaire à l'évolution organique et à la transformation des matériaux alimentaires en tissus déterminés.

On verra, dans l'article suivant, que la perte de poids éprouvée par les œufs est due, non-seulement à une perte d'eau, mais

aussi à une perte d'azote, et qu'elle n'est qu'une perte apparente, parce qu'en même temps il y a une absorption d'oxygène qui la diminue d'une quantité notable. La véritable perte est donc égale à la perte observée, plus le poids de l'oxygène absorbé.

INFLUENCE DE L'AIR.

L'intervention de l'air dans le phénomène de l'incubation est demeurée inconnue jusque dans ces derniers temps. Quelques physiologistes ont tenté des expériences, dont les résultats contradictoires laissaient beaucoup à désirer. Cuvier attachait une grande importance à la solution de cette question, et a témoigné le désir qu'on s'en occupât. Convaincu que l'étude de ce phénomène était effectivement de la plus haute importance pour la physiologie générale, nous nous y sommes appliqués pendant quatre années consécutives, et nous avons constamment varié nos expériences, afin d'obtenir des résultats aussi complets que possible.

Non-seulement nous avons constaté la nécessité de l'intervention de l'air pendant l'incubation des œufs aériens, mais nous ne nous sommes point bornés à ces résultats : nous avons cherché par où et comment les produits de l'incubation se frayaient un passage au travers de la coque de l'œuf. Cela nous a conduits à étudier d'une manière expérimentale la constitution anatomique de cet organe accessoire.

Dans toutes les expériences qui suivent, nous nous sommes servis d'une étuve à triple paroi et à double enceinte, que l'on pouvait chauffer facilement avec des veilleuses. Après quelques tâtonnements, nous sommes parvenus à entretenir cette étuve à une température constante, en faisant varier le nombre des veilleuses et la longueur de leurs mèches. L'étuve interne était en tôle de fer; elle était chauffée extérieurement et renfermée dans une double enveloppe de bois, dont les parois étaient disposées de manière que l'air échauffé passât entre elles avant de se répandre au dehors. La boîte de tôle s'ouvrait en avant, et était percée de deux ouvertures latérales, auxquelles étaient fixées des tubulures des-

tinées à donner passage à des tubes communiquant avec le vase contenant les œufs. (Pl. XV, fig. 1, 2 et 3.)

Dans les premières expériences, les œufs étaient introduits dans un petit panier en fil de laiton, que l'on suspendait à un crochet tenant à la voûte d'une cloche en verre; cette cloche était dressée sur ses bords, et se fixait sur une glace à l'aide de caoutchouc fondu. Sous la cloche, on plaçait un thermomètre et un vase contenant un corps hygroscopique, qui pouvait être pesé quand cela était nécessaire. Ayant constaté, par la suite, que le caoutchouc fondu absorbait l'oxygène, nous l'avons remplacé par un mastic formé de deux parties de cire et d'une de colophane fondues ensemble. Ce dernier mastic est encore celui qui a servi pour enduire les œufs dans les expériences sur les fonctions de la chambre à air.

Dans les dernières expériences, la cloche précédente a été remplacée par une éprouvette placée horizontalement. Cette éprouvette était percée à son sommet pour recevoir un tube, et était fermée à l'aide d'un bouchon de liége, entièrement recouvert du mastic décrit précédemment.

Ce bouchon était aussi traversé par un tube (Pl. XV, fig. 3). A l'aide de ces tubes, il était facile d'établir un courant de gaz dans l'appareil.

Les expériences entreprises dans l'intention de déterminer le rôle de l'air dans l'incubation ont été faites à l'aide d'appareils fort simples et sont faciles à répéter; celles ayant pour but de déterminer les proportions des produits sont d'une exécution plus délicate et exigent des appareils plus compliqués.

Pour réussir dans les expériences qui vont être décrites, il est indispensable d'opérer sur des œufs déjà couvés pendant un certain nombre de jours, et de ne pas les laisser trop longtemps dans l'appareil; sans cette dernière précaution, les embryons qu'ils renferment périssent toujours. Si l'on opère sur des œufs qui n'ont pas encore éprouvé un commencement d'incubation, les résultats sont plus lents à obtenir, et, par cela même, moins évi-

dents, puisque les œufs doivent séjourner dans l'appareil le moins de temps possible.

EXPÉRIENCES QUALITATIVES.

Les phénomènes les plus faciles à démontrer sont la diminution du volume de l'air mis en présence d'œufs fécondés soumis à l'incubation, et le développement de l'acide carbonique.

Absorption de l'oxygène de l'air.— Pour démontrer la diminution du volume de l'air, il suffit d'introduire des œufs, déjà soumis à l'incubation depuis dix jours au moins, dans une cloche, de la placer dans l'étuve, de chauffer celle-ci jusqu'à + 40 degrés, et, lorsque la température est devenue stationnaire, de faire communiquer l'intérieur de cette cloche avec un manomètre à eau; peu à peu on voit le liquide s'élever dans le manomètre, de manière à indiquer une diminution du volume du gaz contenu dans la cloche. (Pl. XV, fig. 4.)

Si l'on continue l'expérience pendant un temps trop considérable, le volume de l'air redevient ce qu'il était primitivement. Nous reviendrons sur ce fait lorsqu'il sera question des fonctions de la chambre à air.

Production d'acide carbonique. — Pour constater la formation de l'acide carbonique, rien n'est plus commode que d'employer un courant d'air déterminé par un vase aspirateur. L'air est d'abord complétement privé d'acide carbonique en traversant une dissolution d'hydrate potassique, puis de longs tubes contenant de la ponce imprégnée de la même dissolution, et enfin des tubes à ponce imprégnée d'acide sulfurique concentré.

L'air complétement privé d'acide carbonique traverse le vase contenant les œufs, et de là on le force à traverser un condenseur de Liebig contenant de l'eau de baryte. (Pl. XV, fig. 7.) Cet appareil donne bientôt l'indice de la présence de l'acide carbonique par la formation d'un dépôt abondant de carbonate barytique. Nous avons constaté, d'ailleurs, que le produit ainsi obtenu

se dissolvait avec effervescence dans l'azotate hydrique, et qu'il y était complétement soluble.

EXPÉRIENCES QUANTITATIVES.

Pour déterminer les quantités relatives de l'air employé et des produits de l'incubation, deux sortes d'appareils ont été mis en usage : les uns étaient à courant constant, les autres à courant alternatif.

A l'aide des premiers appareils, on peut déterminer exactement la perte de poids éprouvée par les œufs, le poids de l'eau et celui de l'acide carbonique exhalés; mais on ne connaît ni la variation du volume de l'air, ni la quantité de l'oxygène absorbé, ni le volume de l'azote exhalé. En faisant usage des derniers appareils, on connaît le volume de l'air au commencement et à la fin de l'expérience, celui de l'azote, celui de l'oxygène et la perte de poids des œufs; mais l'on n'a pas le poids de l'eau exhalée. Enfin, en combinant les deux sortes d'appareils dont il vient d'être question, nous sommes parvenus à réunir tous les éléments du problème et à les déterminer en une même expérience.

EXPÉRIENCES FAITES AVEC DES APPAREILS A COURANT CONSTANT.

L'appareil employé pour ces expériences est représenté pl. XV, fig. 1; il se compose d'abord d'une longue suite de tubes destinés à priver l'air d'eau et d'acide carbonique. L'air passe dans une dissolution de potasse caustique, puis dans un long tube rempli de fragments de ponce imprégnée du même produit, de là sur du chlorure calcique poreux, et de celui-ci sur de la ponce imprégnée de sulfate hydrique. Les tubes communiquent, en outre, avec des flacons remplis des mêmes matières, et présentent ainsi une très-grande surface absorbante. L'air parvient ensuite dans la cloche où se fait l'incubation (là se trouve un vase contenant du chlorure calcique), puis dans une suite de tubes destinés à le dé-

pouiller d'eau et d'acide carbonique. Un tube à chlorure calcique qu'on ne pèse pas termine l'appareil et s'oppose à ce que la vapeur d'eau provenant du vase aspirateur puisse pénétrer dans les tubes collecteurs et vienne troubler les résultats.

Le registre contenant les résultats numériques des expériences est disposé dans l'ordre de cette description. En le consultant, on y trouvera tous les détails désirables. Nous nous bornerons ici à faire connaître les corollaires déduits de chaque mode d'expérimentation.

Corollaire [1]. — Chacune des expériences entreprises dans les appareils à courant constant a été faite sur trois œufs et a duré trois jours; il en résulte que, si l'on divise par 9 le résultat obtenu, on obtient le produit d'un œuf en vingt-quatre heures. On voit ainsi que, dans ce laps de temps, un œuf couvé de neuf à douze jours émet $0^{gr},087$ d'acide carbonique, contenant 0,0023 de carbone provenant de sa propre substance, et que le reste est de l'oxygène emprunté à l'air. Un œuf couvé de seize à dix-neuf jours émet jusqu'à $0^{gr},1997$ d'acide carbonique, contenant $0^{gr},0545$ de carbone et $0^{gr},1452$ d'oxygène.

Ces derniers nombres sont beaucoup plus forts que les précédents, et cela tient à ce que, du seizième au dix-neuvième jour, les organes respiratoires et l'appareil de la circulation sont beaucoup plus développés que du neuvième au douzième jour; puisque ce n'est qu'à la fin de cette dernière époque que l'allantoïde, organe éminemment respiratoire, commence à se souder à la pointe de l'œuf de la poule.

EXPÉRIENCES FAITES AVEC DES APPAREILS A COURANT ALTERNATIF.

Les appareils à courant alternatif comprenaient essentiellement l'étuve qui a été décrite précédemment et deux gazomètres. Ces

[1] Dans les deux expériences relatives à ce corollaire, le poids de l'eau recueillie est beaucoup plus considérable qu'il ne le serait dans l'incubation normale; cela est dû à l'emploi de l'air sec, qui, nous l'avons déjà fait remarquer, produit une évaporation rapide des fluides de l'œuf.

gazomètres étaient en verre, très-longs et très-étroits, afin de rendre les variations de volume faciles à apprécier. Les divisions étaient tracées sur le verre, et chacune d'elles correspondait à 10 centimètres cubes; il était facile de les subdiviser par approximation.

L'intérieur du vase contenant les œufs communiquait de chaque côté avec un des gazomètres. Ces appareils étaient maintenus dans une dépendance mutuelle à l'aide d'une corde de soie qui les tenait suspendus sur deux poulies, de telle manière qu'en abaissant l'un d'eux, l'autre montait, et *vice versa*. L'inspection des pl. XVII et XVIII fera comprendre facilement cette disposition.

L'air dans lequel on opérait l'incubation était ainsi clos de toutes parts, et l'on pouvait facilement le faire circuler dans l'appareil, de manière à l'y renouveler et à en opérer le mélange intime.

Entre les vases contenant les œufs et les gazomètres, on pouvait placer à volonté une suite d'appareils collecteurs propres à dépouiller l'air de l'eau et de l'acide carbonique qu'il pouvait contenir. Cette modification a été indiquée toutes les fois qu'il en a été fait usage.

Les œufs étant introduits dans l'appareil après avoir été pesés, et celui-ci étant fermé, on attendait quelques instants pour que l'équilibre de la température pût s'établir. On régularisait les niveaux intérieur et extérieur du liquide contenu dans les gazomètres, et l'on procédait à la détermination des données expérimentales qui devaient précéder l'expérience. Ces données étaient la température de l'étuve, celle des gazomètres, la pression barométrique, le volume du gaz constaté à l'aide des gazomètres, et l'heure à laquelle commençait l'expérience. Alors on allumait l'étuve et l'on en fermait les portes.

Pendant toute la durée de l'expérience, on faisait marcher les gazomètres afin de faire circuler l'air dans l'appareil et d'en opérer le mélange. A la fin, surtout, cette dernière opération était répétée rapidement et un grand nombre de fois de suite.

A la fin de l'expérience, on notait la date et l'heure, on éteignait les veilleuses, l'étuve était ouverte, et l'on attendait qu'elle fût refroidie à la température ambiante; alors on déterminait de nouveau la température de l'étuve et celle des gazomètres, la pression, le volume des gaz, et enfin, on détachait un gazomètre, celui qui porte un robinet dans la planche; et, en opérant une pression sur l'un d'eux et tournant le robinet, on pouvait déterminer l'écoulement du gaz qu'ils renfermaient et le recueillir pour le soumettre à l'analyse.

La quantité d'acide carbonique a été déterminée en absorbant ce gaz par la potasse et en opérant sur l'eau; celle de l'oxygène l'a été par l'hydrogène à l'aide d'un eudiomètre. Le phosphore n'a été employé que lorsque les mélanges n'étaient point inflammables par l'étincelle électrique; car les résultats obtenus par cet agent ne peuvent inspirer la moindre confiance, même en faisant une correction pour la vapeur de phosphore qui pourrait rester mélangée avec l'azote. A la suite de plusieurs de ces expériences, les chambres à air des œufs ont été ouvertes sous l'eau, et l'on a procédé à l'analyse du gaz qu'elles renfermaient. Quelquefois on mêlait le gaz contenu dans les chambres de plusieurs œufs; quelquefois on opérait sur chaque œuf en particulier.

Enfin les œufs étaient ouverts, et l'on examinait avec soin l'état dans lequel ils se trouvaient.

Pour le détail des expériences faites dans les appareils à courant alternatif, il importe de recourir au registre des expériences. Chacune d'elles est suivie d'un corollaire spécial qui en présente le résultat numérique.

Les trois expériences commencées le 11 mai 1844, le 9 juin et le 11 août de la même année, ont marché dans le même sens et donnent lieu aux observations suivantes:

1° Après l'expérience, l'oxygène est toujours en quantité beaucoup plus faible qu'avant; sa quantité s'abaisse jusqu'à 0,1028 du gaz contenu dans l'appareil, au lieu de 0,2081 qui s'y trouvait avant qu'elle commençât.

2° Il y a toujours production d'acide carbonique : la quantité de ce gaz croît jusqu'à 0,0456, au lieu de 0,0003 à 0,0005 qui se trouvent ordinairement dans l'air.

3° Le volume de l'oxygène restant dans l'appareil, ajouté à celui de l'acide carbonique produit, ne représente point l'oxygène contenu dans l'air avant l'expérience.

Tout en donnant de nouveaux renseignements, les expériences précédentes laissaient encore beaucoup à désirer; car, indépendamment de ce qu'elles ne donnaient pas des nombres absolus, la disparition de l'oxygène pouvait être interprétée de plusieurs manières différentes : 1° il avait pu être simplement absorbé ; 2° il avait pu demeurer en quantité invariable et l'azote avait pu se dégager ; 3° enfin de l'oxygène avait pu être absorbé, et de l'azote avait pu être exhalé dans le même temps.

Il importait donc d'entreprendre une nouvelle série d'expériences. Celles des 16 juin 1844, 26, 28 juin 1845 et 1er juillet de la même année, ont été entreprises pour résoudre les questions précédentes; elles font connaître :

1° Le volume de l'air employé et la variation qu'il éprouve pendant l'incubation;

2° La quantité d'oxygène absorbé ;

3° Celle de l'acide carbonique exhalé;

4° La variation du volume de l'azote.

On connaît d'ailleurs, comme dans les cas précédents, la perte de poids éprouvée par les œufs; mais la quantité d'eau produite n'est pas donnée directement, et elle n'a pu être déduite que par le calcul.

En général, les expériences faites dans l'appareil à courant alternatif conduisent au corollaire suivant :

Indépendamment de la production de l'acide carbonique, les œufs absorbent de l'oxygène et exhalent de l'azote pendant l'incubation. Le carbone brûlé ne peut être déduit que du volume de l'acide carbonique produit. Quant à l'eau qui n'a pu être recueillie, elle a été calculée en considérant que la perte de poids des œufs

ne représente pas leur perte réelle, puisqu'ils absorbent de l'oxygène; car cette perte, plus le poids de l'oxygène absorbé, doit donner une somme égale aux poids réunis de l'eau, de l'azote et du carbone exhalés. Ceci donne naissance à une équation, dans laquelle la quantité de l'eau est la seule inconnue : il est donc facile de la connaître.

On verra plus tard qu'indépendamment de l'eau, de l'azote et du carbone, les œufs perdent un produit sulfuré, dont la quantité n'a pas encore pu être déterminée directement; la quantité d'eau obtenue par le calcul serait donc à diminuer de toute la quantité du produit sulfuré, si celle-ci était exactement connue.

Dans les expériences précédentes, la quantité d'acide carbonique exhalé est toujours plus faible que celle de l'oxygène absorbé; mais il se pourrait bien que ces deux quantités fussent égales, car nous avons opéré avec des gazomètres à eau, dans lesquels celle-ci était recouverte d'un opercule de liége verni, il est vrai; cependant il a pu se perdre une petite quantité de gaz, quoique nous nous soyons assurés qu'en remplissant la cuve des gazomètres avec de l'eau distillée bouillie, elle ne donnait point l'indice de la présence de l'acide carbonique par l'eau de baryte à la fin de l'expérience.

EXPÉRIENCES FAITES DANS UN APPAREIL COMPLET.

Les renseignements donnés par les expériences précédentes sont très-importants, puisqu'ils permettent de constater directement la formation de l'acide carbonique, la diminution de l'oxygène, l'exhalation de l'azote et la perte de poids des œufs; cependant, afin d'obtenir des renseignements encore plus précis et plus complets, des appareils ont été combinés de manière à avoir, comme précédemment, la perte de poids des œufs, la variation totale du volume de l'air, la diminution de l'oxygène, l'exhalation de l'azote et de l'acide carbonique par des pesées, et, de plus, le poids de l'eau exhalée.

L'appareil employé, semblable aux précédents, possède, en outre, de chaque côté et entre le récipient de l'étuve et les gazomètres, une série de tubes collecteurs propres à absorber l'eau et l'acide carbonique. Entre les tubes et les gazomètres, il y avait un long tube en U rempli de ponce et de sulfate hydrique, puis une grande éprouvette à pied, contenant une quantité considérable de chlorure calcique, poreux; de telle manière que l'air, venant des gazomètres et s'échappant avec une vitesse convenable, devait se dépouiller complétement d'humidité. (Pl. XVIII.)

Tout en signalant les avantages offerts par l'appareil qui vient d'être décrit, il est convenable d'en faire connaître les inconvénients. Dans cet appareil, les œufs sont soumis à l'influence de l'air complétement dépouillé d'humidité, et ils y souffrent réellement : aussi l'expérience ne doit-elle durer que le moins de temps possible; en outre, l'appareil est si compliqué que l'on ne peut avoir la certitude qu'il ferme parfaitement, et que l'on est exposé ainsi à une grande chance d'erreur. L'expérience qui va être décrite a été reprise trois fois, et ce n'est que la dernière qui nous a paru marcher régulièrement, encore présente-t-elle un résultat qui renferme une anomalie ou une erreur.

Le récipient à œufs de l'étuve contenait du sel marin desséché; les tubes collecteurs formaient deux séries semblables, une à droite et une à gauche, et étaient ainsi disposés, en allant de l'étuve aux gazomètres :

N° 1. Tube à sulfate hydrique concentré;
N° 2. Tube à sulfate hydrique concentré;
N° 3. Ponce et potasse dissoute;
N° 4. Sulfate hydrique;
N° 5. Sulfate hydrique non pesé.

Le n° 1 était destiné à recueillir l'eau du récipient aux œufs échappée à l'action du sel marin; le n° 3 devait absorber le gaz carbonique; les n°s 2 et 4 avaient pour but de recueillir l'eau d'évaporation des tubes à potasse, quel que fût le sens du courant de

l'air; enfin le nº 5 achevait de dessécher l'air venant des gazomètres, et qui avait passé sur du chlorure calcique.

Les trois expériences faites avec l'appareil qui vient d'être décrit ont toujours indiqué une perte d'eau et d'acide carbonique pour les œufs, et une perte d'oxygène pour l'air, ainsi que cela a été constamment observé dans les expériences précédentes. Celle du 15 juillet 1844 est la seule qui ait donné des résultats véritablement convenables, et ils viennent confirmer ce qui avait été établi précédemment.

ŒUFS DES REPTILES ET DES MOLLUSQUES TERRESTRES.

Des expériences du même ordre que celles décrites précédemment ont été faites sur des œufs d'animaux des classes inférieures aux oiseaux. Les œufs sur lesquels on a opéré sont ceux de la couleuvre à collier, du lézard gris et de l'*helix hortensis*, L.

ŒUFS DE LA COULEUVRE A COLLIER.

Première expérience. — Le 20 juillet 1844, à huit heures du soir, dix œufs de couleuvre à collier ont été placés dans un vase fermant bien (pl. XVI, fig. 2), muni de deux tubes opposés, dont l'un communiquait avec un appareil destiné à le priver d'acide carbonique, et l'autre, avec un condenseur de Liebig contenant de l'eau de baryte. Le condenseur était réuni à un vase aspirateur qui permettait de faire passer un courant d'air dans tout l'appareil. Avant d'arriver dans le vase aux œufs, l'air passait dans un flacon barboteur rempli d'une dissolution concentrée de potasse caustique; de là, dans un long tube en U, rempli de ponce imprégnée de la même dissolution; de là, dans un tube contenant de la ponce et de l'eau distillée destinée à entretenir les œufs dans un état convenable d'humidité. En peu de temps l'eau de baryte a été troublée, et le lendemain, 21 juillet à dix heures du matin, il y avait une quantité considérable de carbonate barytique formé dans le condenseur. (V. la fig. 1, pour la disposition de l'appareil.)

Il résulte de cette expérience que les œufs de la couleuvre à collier émettent du gaz carbonique pendant l'incubation, de même que ceux des oiseaux. Cette production d'acide carbonique, qui est, à n'en pas douter, le résultat d'une véritable combustion, est sans doute la cause à laquelle il faut attribuer l'élévation de température des œufs des ophidiens pendant l'incubation; phénomène qui a été observé, d'une manière très-positive, par M. Valenciennes, sur les œufs du python à double raie.

Deuxième expérience. — Le 21 juillet, les œufs de l'expérience précédente ont été pesés, puis introduits dans le même vase et placés dans l'étuve, et celui-ci mis en communication avec les gazomètres, après avoir enlevé les éprouvettes à chlorure calcique, afin de conserver à l'air l'humidité qui convient pour ces sortes d'œufs, qui sont privés d'enveloppe calcaire et se dessèchent très-facilement. Les résultats obtenus sont consignés dans le registre qui accompagne ce travail. Cette expérience a démontré que dans l'incubation des œufs aériens de la couleuvre, comme dans celle des œufs aériens des oiseaux il y a de l'acide carbonique produit, et que le volume de ce gaz, ajouté à celui de l'oxygène restant dans l'air, ne reproduit pas celui qui s'y trouvait auparavant; d'où il faut conclure que de l'oxygène a été absorbé. Le calcul total de l'expérience a, de plus, démontré qu'il y avait eu de l'azote exhalé.

Troisième expérience. — Le 23 juillet 1845, vingt-deux œufs de couleuvre à collier ont été introduits dans le récipient de l'étuve.

Cette expérience a donné des résultats entièrement conformes à ceux donnés par les œufs de poule, à cela près que l'azote exhalé est en quantité relativement plus faible que celui émané de ces derniers œufs.

ŒUFS DU LÉZARD GRIS.

Des œufs de lézard gris ont été introduits dans un petit vase soumis à un courant d'air privé d'acide carbonique, qui passait en-

suite dans un condenseur de Liebig contenant de l'eau de baryte, comme dans la première expérience sur les œufs de couleuvre. Ils ont donné naissance à du carbonate barytique, ainsi que l'on devait s'y attendre.

OEUFS DE L'*HELIX HORTENSIS*, *L.*

Le 14 juillet 1844, vingt-sept œufs de l'*helix hortensis* sont introduits dans un large tube de verre contenant du sable mouillé. Ce sable avait été chauffé au rouge blanc et agité au contact de l'air à cette haute température, afin qu'il ne renfermât plus aucune matière carbonée pouvant donner du gaz carbonique.

Ce tube ainsi disposé a été soumis à un courant d'air privé d'acide carbonique, qui se rendait ensuite dans un condenseur de Liebig contenant de l'eau de baryte, comme dans les expériences précédentes. Cet appareil est représenté pl. XVI, fig. 1. Du carbonate de baryte s'est formé dans le condenseur, et nous en avons constaté la nature en le dissolvant dans l'azotate hydrique.

L'expérience a marché pendant trois jours; les œufs du limaçon n'ont pas souffert, car nous les avons gardés dans de la terre humide, où ils sont éclos, et le 18 octobre 1844, les animaux qui en sont provenus vivaient encore.

RÉSUMÉ GÉNÉRAL DES EXPÉRIENCES RELATIVES AUX PHÉNOMÈNES DE L'INCUBATION DES OEUFS AÉRIENS.

Les œufs aériens des oiseaux, des reptiles proprement dits et des mollusques terrestres, donnant naissance à de l'acide carbonique pendant l'incubation, on doit regarder ce fait comme étant général dans la nature, et il est éminemment probable que, dans tous les cas, il y a exhalation d'azote et absorption d'oxygène.

Tous les éléments relatifs à l'influence de l'air atmosphérique sur les œufs aériens se trouvent réunis dans le tableau suivant.

RÉSUMÉ DES COROLLAIRES RELATIFS AUX PHÉNO

DATES des EXPÉRIENCES.	NOMBRE des ŒUFS, ÂGE D'INCUBATION ET OBSERVATIONS.	NOMBRE des ŒUFS.	POIDS initial des ŒUFS.	DURÉE de L'EXPÉRIENCE.	PE… 10
				RÉSULTAT	
16 juin 1844.	Œufs couvés naturellement pendant 15 jours..................	4	219gr770	52h45m	2
26 juin 1845.	Œufs de poule incubés naturellement........................	2	111, 500	24,00	(
28 juin 1845.	Œufs de poule couvés naturellement depuis 13 jours..........	3	188, 450	19,45	(
1er juillet 1845.	——— depuis 15 jours........................	3	165, 480	18,00	(
23 juillet 1845.	Œufs de couleuvre à collier....	22	100, 350	46,25	11
				RÉSULTAT DON	
16 juin 1844.	Œuf de poule couvé naturellement pendant 14 jours.........	1	54, 942	24,00	0,
26 juin 1845.	Œuf de poule couvé naturellement........................	1	55, 750	*Idem.*	0,
28 juin 1845.	——— naturellement pendant 13 jours........	1	62, 810	*Idem.*	0,
1er juillet 1845.	Œuf de poule couvé naturellement pendant 15 jours (bon état)..	1	55, 160	*Idem.*	0,
	Moyenne des quatre observations		57, 165	*Idem.*	0,
23 juillet 1845.	Œuf de couleuvre.....	1	4, 560	*Idem.*	0,
	RÉSULTAT DONNÉ EN 24 HEURES PAR				
16 juin 1844.	Œuf couvé naturellement pendant 15 jours..................		100, 000	24,00	0,
26 juin 1845.	——— pendant 10 jours..................			*Idem.*	0,
28 juin 1845.	——— pendant 13 jours.			*Idem.*	0,
1er juillet 1845.	——— pendant 15 jours..................			*Idem.*	0,
	Moyenne des quatre observations...........................			*Idem.*	0,
23 juillet 1845.	Œuf de couleuvre			*Idem.*	5,

OB

1° La perte de poids des œufs est donnée par deux pesées directes faites, l'une avant, l'autre après l'expérience;

2° Le volume de l'oxygène employé a été déterminé directement : son poids est calculé;

3° Le volume de l'oxygène absorbé est la
celui contenu dans le gaz carbonique : son poi

4° Le volume du gaz carbonique et celui du

…RATOIRES DES ŒUFS AÉRIENS SOUMIS À L'INCUBATION.

GAZ OXYGÈNE				ACIDE CARBONIQUE.		GAZ AZOTE EXHALÉ.		CARBONE BRÛLÉ.	EAU EXHALÉE.	DIMINUTION du volume de l'air.
…EMPLOYÉ.		ABSORBÉ.								
…ne.	Poids.	Volume.	Poids.	Volume.	Poids.	Volume.	Poids.			
…PÉRIENCE.										
…27	0gr7809	314cc08	0gr4523	228cc19	0gr4514	77cc48	0gr0976	0gr1264	0gr9333	236cc60
…60	0, 2154	82, 78	0, 1192	66, 82	0, 1323	37, 90	0, 0477	0, 0373	0, 8292	44, 88
…91	0, 1496	71, 62	0 ,1031	32, 29	0, 0639	33, 62	0, 0423	0, 0281	0, 9835	38, 00
…60	0, 3695	132, 10	0 ,1902	124, 50	0, 2465	67, 10	0, 0845	0, 0672	0, 7645	65, 00
…00	0, 3902	138, 00	0, 1976	133, 00	0, 2633	28, 00	0, 0353	0, 0737	11, 4686	110, 00
…F EN 24 HEURES.										
…58	0, 0888	35, 71	0, 0514	25, 94	0, 0516	8, 81	0, 0111	0, 0102	0, 3355	26, 90
…80	0, 1077	41, 35	0, 0596	33, 41	0, 0661	18, 95	0, 0238	0, 0187	0, 4146	22, 44
…74	0, 0615	29, 46	0, 0424	13, 28	0, 0263	13, 83	0, 0174	0, 0115	0, 4045	1, 95
…95	0, 1640	58, 65	0, 0844	55, 30	0, 1095	29, 79	0, 0375	0, 0298	0, 3397	29, 08
…27	0, 1055	41, 29	0, 0595	31, 98	0, 0634	17, 84	0, 0225	0, 0176	0, 3736	20, 09
…3685	0, 0092	3, 24	0, 0046	3, 125	0, 0062	0, 658	0, 00083	0, 0017	0, 2695	2, 58
…É AU POIDS DE 100 GRAMMES PAR LE CALCUL.										
…08	0, 1616	65, 07	0, 0935	47, 21	0, 0939	16, 03	0, 0202	0, 0185	0, 6106	48, 96
…63	0, 1932	74, 17	0, 1068	59, 94	0, 1185	33, 99	0, 0426	0, 0334	0, 7437	40, 25
…06	0, 0980	46, 90	0, 0675	21, 14	0, 0418	22, 02	0, 0277	0, 0183	0, 6441	3, 10
…58	0, 2973	105, 60	0, 1630	100, 25	0, 1985	54, 00	0, 0679	0, 0540	0, 6158	52, 72
…59	0, 1875	72, 94	0, 1052	57, 14	0, 1082	31, 51	0, 0396	0, 0310	0, 0285	38, 77
…68	0, 2039	71, 05	0, 1017	68, 53	0, 1359	14, 43	0, 0182	0, 0379	5, 9100	56, 57

…S.

… volume de l'oxygène employé ou disparu, et … ont été observés directement: leur poids est calculé;

5° Le poids du carbone brûlé est déduit par le calcul de celui de l'acide carbonique formé;
6° Le poids de l'eau exhalée par les œufs a été calculé. (Voir l'équation qui donne la quantité d'eau, page 620.)

RÉSUMÉ GÉNÉRAL ET COMPARATIF DES MODIFICATIONS QUI SURVIENNENT DANS L'ŒUF DE LA POULE PENDANT L'INCUBATION.

L'ensemble des observations relatives aux œufs aériens se trouve résumé dans le tableau suivant[1], où l'œuf de la poule est comparé avant et après une incubation de 18 jours.

		ŒUFS NON COUVÉS.	ŒUFS COUVÉS 18 JOURS. DÉTAIL.	ŒUFS COUVÉS 18 JOURS. RÉSUMÉ.
Perte réelle pendant l'incubation......	Eau..............		0,123130	0,136705
	Carbone...........	"	0,005580	
	Azote.............	"	0,007128	
	Sulfure hydrique....	"	0,000867	
Perte pendant la dessiccation, ou eau et matières volatiles..........................		0,684740	0,584302	0,584302
Matières combustibles.	Grasses...........	0,091032	0,075741	0,238939
	Azotées et autres....	0,163198	0,143038	
Oxygène absorbé.....................		"	0,018936	
Oxygène de l'acide sulfurique............		"	0,001224	
Matières minérales...	Carbonate calcique..	0,048300	0,048300	0,058990
	Phosphate calcique..	0,010690	0,010690	
	Acide sulfurique....	0,002040	Indices.	
	Sels divers........	Indices.	Indices.	
	Silice.............	Indices.	Indices.	

[1] Ce dernier tableau a été calculé à l'aide des résultats précédents, en rapportant les changements éprouvés par l'œuf pendant l'incubation à l'œuf qui n'y a pas été soumis.

Les nombres de la première colonne sont directement donnés par l'expérience, et tirés des tableaux précédents; la somme de ces nombres égale l'unité.

Les nombres de la deuxième colonne sont déduits des précédents, à l'aide de toutes les expériences décrites dans ce mémoire.

La perte pendant l'incubation égale 0,136705. Le détail de cette perte est tiré de la moyenne des renseignements fournis par le grand tableau relatif aux phénomènes physiologiques de l'incubation. Ces moyennes, divisées par 100 et multipliées par 18 ou le nombre des jours de l'incubation, donnent une somme égale à 0,135838, qui n'est inférieure au nombre précédent que de la quantité du sulfure hydrique dégagé.

0,000867 est le sulfure hydrique donné par le soufre contenu dans l'œuf frais, à l'état d'acide sulfurique, ou plutôt de sulfate glycérique.

L'oxygène est déduit du tableau indiqué précédemment.

La matière grasse est donnée, de part et d'autre, directement par l'expérience.

La matière azotée de la deuxième colonne est celle de la première diminuée du carbone, de l'azote et du sulfure hydrique, perdus pendant l'expérience.

La perte pendant la dessiccation, ou 0,584302, est la quantité qui était nécessaire pour

A la simple inspection du tableau précédent on voit que, pendant l'incubation, les œufs perdent de l'eau, du carbone, de l'azote et du soufre. La diminution de la matière grasse et de la matière azotée démontre que ces deux sortes de matières sont appelées à fournir les éléments recueillis comme produits de la respiration de l'œuf pendant l'incubation. Ce tableau démontre encore d'une manière évidente, comme cela, d'ailleurs, a déjà été établi précédemment, que l'œuf incubé est plus oxygéné que l'œuf qui n'a point été soumis à l'incubation, tant par la perte de certains éléments que par l'absorption directe de l'oxygène atmosphérique, et par la fixation de celui qui était contenu dans le sulfate glycérique.

Il faut dire, en outre, qu'une partie de l'albumine se transforme en fibrine par une nouvelle répartition de la matière anorganique, qu'il se forme du tissu cellulaire par la combustion partielle et l'oxygénation de l'albumine[1], et, de plus, de la matière épidermoïde.

Il résulterait, en outre, de nos expériences, que du phosphore et du fer seraient créés pendant l'incubation; mais nous avons déjà dit que nous n'admettions pas ce résultat, au moins pour le présent. Nous nous proposons de revenir sur l'ensemble de ce travail, et de vérifier ces faits sur une échelle suffisante, et dans des conditions telles, que l'expérience que nous avons acquise relativement à ces matières puisse nous permettre de porter un jugement définitif.

compléter l'unité, et ne s'éloigne que fort peu de la perte observée, qui est 0,573110, et, il faut le dire, en opérant sur des œufs différents, puisque cela ne pouvait être autrement.

La somme des matières minérales a été supposée invariable; seulement le poids de l'acide sulfurique, dont le soufre disparaît, a été réparti en deux endroits différents; le soufre, à l'état de sulfure hydrique, parmi les produits perdus pendant l'incubation, et l'oxygène, avec la matière organique dont il concourt à augmenter le poids, avec l'oxygène atmosphérique absorbé.

Quoique les nombres de cette colonne soient tirés de tant d'expériences différentes, ils ne présentent pas moins un accord remarquable, et qui doit être très-rapproché de l'exacte vérité.

La somme de la première colonne égale l'unité; la somme de la deuxième égale l'unité, plus l'oxygène absorbé, comme cela devait être; la troisième colonne ne fait que résumer la deuxième.

[1] Voyez le Traité de chimie de M. Baudrimont, t. II, p. 875 et 876.

CHAPITRE X.

EXPÉRIENCES TOXICOLOGIQUES FAITES SUR DES ŒUFS DE POULE SOUMIS À L'INCUBATION.

Pour compléter notre travail sur la respiration des œufs pendant l'incubation, il était important de rechercher l'influence que les gaz irrespirables exercent sur eux. Le manque d'air, un excès ou un défaut de transpiration pouvant empêcher l'évolution embryonnaire d'avoir lieu, il n'était pas douteux qu'il en serait de même en plaçant les œufs dans des gaz incapables d'entretenir la respiration, malgré les assertions contraires de M. Erman. Nous avons opéré avec l'oxygène, l'hydrogène et l'acide carbonique; chacun de ces gaz a donné lieu à des phénomènes dignes du plus haut intérêt au point de vue des modifications apportées dans l'évolution des embryons et de leurs annexes.

L'appareil se composait de l'étuve et de deux gazomètres. Il ne pouvait être rempli que par déplacement, aussi n'avons-nous jamais opéré sur des gaz parfaitement purs; mais les gaz employés ont toujours été soumis à l'analyse, afin d'apprécier leur degré de pureté.

INCUBATION DANS L'OXYGÈNE.

Deux expériences ont été entreprises pour connaître l'influence de l'oxygène gazeux sur les œufs soumis à l'incubation. Elles ont donné les résultats suivants :

PREMIÈRE EXPÉRIENCE.

Gaz oxygène employé	649^{cc}	0^{gr}9436
Gaz oxygène absorbé	351	0,5054
Gaz oxygène dans le gaz carbonique produit	298	0,4291
Gaz azote exhalé	22	0,0277

DEUXIÈME EXPÉRIENCE.

Gaz oxygène employé	136^{cc}1	0^{gr}1960
Gaz oxygène dans le gaz carbonique	29,9	0,0430

Gaz oxygène absorbé	106cc2	0gr1529
Gaz carbonique produit	29, 9	0, 0592
Gaz azote exhalé	17, 2	0, 0216
Carbone dans le gaz carbonique	"	0, 0161

(Pour les détails, il importe de consulter le registre des expériences.)

Il résulte des expériences précédentes que les résultats obtenus en soumettant les œufs à l'incubation dans le gaz oxygène sont de même ordre que ceux observés quand ils sont plongés dans l'air, puisqu'il y a de l'oxygène absorbé, de l'acide carbonique et de l'azote exhalés; mais les œufs subissent des altérations profondes. A l'autopsie on trouve que l'embryon est rouge et les vaisseaux sanguins fortement colorés. *L'allantoïde est très-résistante et a plus d'un millimètre d'épaisseur.* L'amnios est rempli d'un liquide rouge cerise; ce liquide contient des globules sanguins extravasés; ces globules, très-visibles au microscope, sont gonflés, beaucoup plus denses que le liquide dans lequel ils sont immergés, et se déposent rapidement à sa partie inférieure. Le liquide amniotique s'altère rapidement et répand alors une forte odeur d'urine putréfiée. L'albumen est très-visqueux et presque membraneux; il est solidifié et blanchi dans quelques parties, qui présentent l'aspect de l'albumine cuite.

INCUBATION DANS L'HYDROGÈNE.

Un essai a été fait le 16 juillet 1846; les détails en sont consignés dans le registre aux expériences.

L'appareil n'a pu être rempli que par déplacement et il y est resté de l'air. Cet air, dont il a d'ailleurs été tenu compte par l'analyse, n'a pas troublé les résultats négatifs qui étaient attendus et que l'on eût eus d'une manière moins sensible peut-être en faisant usage d'hydrogène pur; car les embryons eussent été asphyxiés immédiatement, et n'eussent, sans aucun doute, présenté rien de bien remarquable à l'autopsie, tandis qu'ils ont donné lieu à des observations vraiment dignes du plus vif intérêt. Ils ont offert un contraste frappant avec ceux soumis à l'action de l'oxy-

gène. En ouvrant les œufs par la chambre à air, on en aperçoit le fond, qui est jaune; l'embryon est pâle, *en partie résorbé* et couvert d'un lambeau de membrane indéterminable. On n'aperçoit aucune trace de vaisseaux ni d'allantoïde; le jaune a perdu sa consistance, et il ne reste que très-peu d'albumen interne.

Il résulte de cette observation que, sous l'influence du gaz hydrogène, le sang et les tissus sont profondément altérés; que celui-là se décolore complétement et que ceux-ci sont résorbés.

INCUBATION DANS LE GAZ CARBONIQUE.

19 juillet 1845. — Trois œufs de poule, couvés naturellement depuis le 5 du mois courant, sont placés dans l'appareil à incubation, que l'on remplit de gaz carbonique par voie de déplacement; toutes les mesures sont prises, comme dans les expériences précédentes, pour obtenir des résultats complets; mais il y a une forte absorption de gaz par l'eau des gazomètres, et ces mesures sont ainsi devenues inutiles.

Avant l'expérience, le gaz de l'appareil contenait $0^{gr},9164$ d'acide carbonique; le reste était de l'air.

A la fin de l'expérience, le gaz contenu dans les chambres à air des œufs fut soumis à l'analyse par la potasse et le phosphore. Il a donné:

	N° 1.	N° 2.
Gaz carbonique	0,0163	0,0866
Gaz oxygène	0,1493	0,1729
Gaz azote	0,8344	0,7405

Un des œufs soumis à l'incubation dans le gaz carbonique a pu être complétement dénudé de sa coque calcaire sans éprouver aucune rupture. L'allantoïde présente de véritables ecchymoses; le sang a une couleur rouge vif, comme celle du sang artériel. Plusieurs vaisseaux sont blancs, parce qu'ils ne renferment plus de sang; d'autres présentent encore un filet rouge, et sont accom-

pagnés d'un filet blanc : on ne peut déterminer lequel des deux est une veine ou une artère. Il est toutefois probable que c'est le système artériel qui est vide, puisque la respiration n'a pu avoir lieu, et que le sang a dû s'arrêter dans les capillaires de l'allantoïde où commence l'hématose.

COROLLAIRE.

Les expériences toxicologiques dont le résultat est consigné dans ce paragraphe confirment parfaitement toutes celles qui précèdent, et démontrent comme elles la nécessité de l'intervention de l'oxygène pendant l'incubation des œufs aériens. Elles démontrent en outre, comme celles du même ordre faites sur des têtards de batraciens, que ce qui est vénéneux pour les animaux adultes l'est aussi, et de la même manière, pour les embryons de ces mêmes animaux. Ces sortes d'expériences offrent, en outre, un grand intérêt par la nature des altérations produites par des agents déterminés. Les effets produits par l'oxygène, l'hydrogène et le gaz carbonique sont très-remarquables et fort distincts : ces deux derniers gaz ne peuvent point être considérés comme inactifs et seulement comme ne pouvant remplacer le gaz oxygène, car ils produisent des effets qu'il est impossible de confondre. Les expériences faites sur les têtards ont prouvé que l'hydrogène est réellement vénéneux ; c'est un agent réduisant qui, mis en contact avec le sang des capillaires, doit s'opposer complétement à l'hématose. Mais il fait plus encore, car il détruit le résultat de l'hématose, puisqu'il décolore complétement le sang, et qu'il fait que les éléments des organes disparaissent. Il est probable que les agents réduisants en général, tels que le grisou, qui est un protocarbure d'hydrogène, et quelques émanations miasmatiques, peuvent agir comme l'hydrogène. C'est peut-être une certaine quantité de grisou répandue dans l'atmosphère des mines d'Anzin, qui a donné lieu à l'anémie épidémique qui a frappé les ouvriers de ces mines en 1811.

Il est bien désirable que l'on entreprenne des expériences

complètes sur la respiration de l'homme et des animaux adultes, du même ordre que celles qui sont consignées dans ce mémoire, et qu'on les fasse comparativement sur des individus atteints de différentes affections morbides : on y trouverait de précieux renseignements sur l'étiologie des maladies. Déjà nous avons fait construire des appareils considérables, et des expériences ont été tentées dans cette direction; mais nous n'avons pu encore y consacrer le temps nécessaire pour en tirer des conséquences utiles; il est bien désirable aussi que l'on perfectionne les moyens employés pour analyser l'air, et qu'on les rende aussi simples que possible, afin qu'un grand nombre de médecins puisse les mettre en pratique. On obtiendrait ainsi une foule de renseignements sur les causes des maladies.

CHAPITRE XI.

EXPÉRIENCES RELATIVES À LA STRUCTURE ET AUX FONCTIONS DE LA COQUE DE L'ŒUF DES OISEAUX.

Sachant que la coque de l'œuf est perméable aux fluides élastiques, nous avons entrepris un grand nombre d'expériences pour en étudier la structure et pour connaître la manière dont ce phénomène pouvait s'opérer. Ce sont ces expériences que nous allons rapporter.

CONSTITUTION ANATOMIQUE DE LA COQUE DE L'ŒUF DES OISEAUX.

Si l'on plonge un œuf dans de l'eau contenant le huitième de son poids d'azotate ou de chlorure hydrique, après quelques heures on trouve qu'il est recouvert d'une membrane que l'on peut détacher de la coque calcaire et qui y adhère encore par des espèces de brides, qui la pénètrent en plusieurs endroits. Cette membrane a pu être complétement séparée en opérant sur des œufs de poule, de pintade et d'autruche. Examinée avec le plus grand soin et à l'aide du microscope, elle n'a point paru percée

de trous. Elle est homogène; seulement elle est empreinte de la couleur qui forme la moucheture des œufs lorsqu'ils présentent cette particularité.

On a teint des œufs avec de la garance avant de les soumettre à l'action de l'eau acidulée, pour voir si la couleur qui les imprégnait alors permettrait de mieux en étudier la membrane épidermoïde : ce mode d'observation n'a fait que confirmer ce qui avait été vu antérieurement.

Si l'on prolonge l'action de l'eau acidulée sur les œufs, la partie calcaire se dissout peu à peu, et l'on obtient une seconde membrane, généralement plus épaisse que la première, et d'une apparence tomenteuse. L'œuf de la pintade se prête très-bien à ces opérations à cause de l'épaisseur et de la résistance de ses membranes.

La partie calcaire de la coque a non-seulement pour but de donner de la solidité aux œufs, mais elle sert aussi à retarder l'évaporation des parties qui les constituent. Sans elle, un œuf serait complétement desséché avant la fin de l'incubation. Un œuf de pintade qui avait été privé de coque calcaire par le chlorure hydrique s'est desséché complétement en très-peu de jours, à une température qui a varié de + 15 à 20 degrés. On sait d'ailleurs que la même chose arrive aux œufs de couleuvre, qui n'ont point de coque calcaire, qu'ils se dessèchent promptement dans un endroit sec, et qu'ils ne peuvent subir l'incubation que dans un lieu humide, où l'évaporation est nulle ou fort lente.

Injection de la coque de l'œuf.—Un grand nombre d'expériences a été tenté pour injecter la coque de diverses espèces d'œufs. Nous sommes quelquefois parvenus à y faire pénétrer l'injection; mais ç'a toujours été à une faible profondeur, et elle n'a jamais dépassé la troisième membrane de la coque. Pour cela, les œufs étaient placés dans un vase contenant une liqueur colorée, telle qu'une infusion de garance ou de l'encre ordinaire; ils y étaient maintenus par une pression convenable, et étaient ensuite placés sous le récipient d'une machine pneumatique. L'air du réci-

pient était alors raréfié autant que possible; celui contenu dans la chambre à air s'échappait au travers de la coque, comme on le verra bientôt. En laissant ensuite rentrer l'air dans l'appareil, il exerçait une forte pression sur le liquide et le faisait pénétrer autant que possible dans l'enveloppe de l'œuf. Nous avons tenté d'injecter ainsi des œufs avec un sel de fer, et de les faire macérer ensuite dans une dissolution de cyanoferrure potassique : le liquide a quelquefois pénétré dans la coque calcaire, mais dans quelques points isolés seulement. En général, l'épiderme se trouve teint, ainsi que les brides ou prolongements qu'il envoie dans les pores de la coque calcaire.

Nous avons injecté des œufs dont la coque était privée d'épiderme. Dans ce cas, l'injection pénétrait dans un plus grand nombre de points de la coquille; mais c'était toujours d'une manière diffuse.

Les expériences précédentes démontrent que la coque des œufs des oiseaux est formée par la réunion de trois membranes : une extérieure, épidermoïde, portant la variégature des œufs; une moyenne, pénétrée de carbonate calcaire, et une interne, qui tapisse l'intérieur de l'œuf [1]. Elles démontrent en outre que si les gaz traversent facilement l'enveloppe des œufs des oiseaux, les liquides n'y pénètrent qu'avec une extrême difficulté.

Perméabilité de la coque de l'œuf des oiseaux pour les gaz. — Si nous n'avons pu parvenir à injecter régulièrement la coquille des œufs des oiseaux, il est très-facile d'en démontrer la perméabilité pour les gaz. Pour cela, il faut introduire un œuf sous une cloche remplie d'eau et la placer dans un petit vase contenant du mercure. Si l'on met cet appareil sous le récipient d'une machine pneumatique et si l'on raréfie l'air qu'il renferme, on voit à l'instant même une multitude de bulles de gaz qui s'échappent de la coquille et qui se rassemblent dans la partie supérieure de la cloche qui recouvre immédiatement l'œuf. Parmi tous les points

[1] On pourrait rapporter à la coque de l'œuf une quatrième membrane, très-résistante, qui se sépare de la dernière qui vient d'être indiquée, pour donner naissance à la chambre à air.

par où s'échappent les bulles de gaz, on en remarque de plus forts que les autres, qui sont toujours réunis deux à deux, et qui généralement sont répétés quatre fois sur la coquille d'un œuf de poule. Ces points sont difficiles à distinguer des autres parties de la coquille quand le gaz cesse de les traverser. Pour les reconnaître, la surface de quelques œufs a été divisée en compartiments à l'aide d'un crayon, et chacun de ces compartiments a été désigné par une lettre de l'alphabet ou par un chiffre. Le compartiment contenant les pores géminés étant déterminé, il était facile de retrouver ces derniers lorsque l'œuf était sorti du récipient; mais les dissections les plus minutieuses n'ont pu rien nous apprendre sur le trajet des canaux qui y aboutissent. Toutefois, l'existence de ces pores géminés étant bien constatée, il est permis de penser qu'ils remplissent quelque fonction spéciale.

EXPÉRIENCES RELATIVES AUX FONCTIONS DE LA CHAMBRE A AIR DES ŒUFS DES OISEAUX.

La résistance de la coque calcaire de l'œuf des oiseaux ne lui permettant pas de s'affaisser sur les parties qu'elle renferme, à mesure que l'évaporation fait des progrès, deux membranes adossées se séparent et laissent ainsi entre elles un espace qui se trouve rempli par l'air qui pénètre au travers de la coque. C'est cet espace que l'on nomme *chambre à air*.

L'examen chimique de l'air contenu dans la chambre à air des œufs a été tenté par divers expérimentateurs, qui ont obtenu des résultats discordants. Nous avons, à cet égard, entrepris un très-grand nombre d'expériences, qui ont donné des résultats toujours dirigés dans le même sens.

La capacité de la chambre à air des œufs dépendant de leur âge et des circonstances de leur conservation, il en résulte évidemment qu'elle est fort variable. Nous avons trouvé les nombres suivants pour exprimer sa capacité.

Onze œufs non couvés ont donné 7 centimètres cubes de gaz.

Une autre fois neuf œufs en ont donné 7 et un quart. Dans ces circonstances le gaz des chambres à air renferme à peine des traces d'acide carbonique, et contient jusqu'à 0,21 d'oxygène.

Le 29 juin 1844, trois œufs non incubés contenaient 5cc5 de gaz renfermant 0,1957 d'oxygène. Le même jour un œuf couvé naturellement depuis dix à douze jours, retiré de la poule depuis dix heures, contient 6cc8 de gaz renfermant 0,1979 d'oxygène. Le même jour encore, pour connaître le trajet du gaz, un œuf couvé depuis vingt jours a été introduit sous une cloche contenant de l'eau de chaux, placée sur le mercure et sous le récipient d'une machine pneumatique. En raréfiant l'air, le gaz est sorti en traversant l'eau de chaux, et n'a pas donné naissance à une seule trace appréciable de carbonate calcique, carbonate qui eût été visible et qui eût indiqué si l'acide carbonique passait par les trous géminés ou par les pores ordinaires de la coquille de l'œuf. 5cc6 de gaz ont été recueillis; ce gaz, soumis à l'analyse, contenait 0,168 de gaz oxygène.

En consultant le tableau des expériences entreprises du 17 au 19 juillet et du 22 au 24 du même mois de l'année 1845, expériences qui ont été faites en soumettant des œufs à l'incubation après les avoir introduits dans des sacs de caoutchouc, on verra que le gaz des chambres à air contenait toujours moins d'acide carbonique et plus de gaz oxygène que l'air ambiant, c'est-à-dire que l'air renfermé dans les sacs. Ce résultat est très-positif et a été obtenu un assez grand nombre de fois pour qu'il ne puisse rester aucun doute sur sa réalité.

On peut conclure des résultats précédents que la coquille de l'œuf jouit d'une faculté spéciale qui lui permet d'absorber rapidement l'oxygène de l'air, de le conserver et d'émettre au dehors l'acide carbonique avec une facilité non moins grande.

Après quinze jours d'incubation l'embryon et ses annexes sont libres dans l'intérieur de la membrane interne de la chambre à air, c'est-à-dire qu'ils n'y adhèrent en aucun point, et qu'ils flottent dans une enveloppe d'air. Ce fait est bien réel, car nous

avons pu un grand nombre de fois, après avoir enlevé soigneusement la coque calcaire de l'œuf du côté de la chambre à air, couper circulairement la membrane interne de cette même chambre, faire sortir l'embryon et ses annexes de l'intérieur de la coquille par le seul effet de la pesanteur, sans que le sac allantoïdien qui renferme toutes les autres parties éprouve la moindre lésion.

A cette époque où la membrane allantoïdienne est parvenue à la pointe de l'œuf et s'y est complétement soudée déjà depuis quelques jours, il est évident que l'œuf respire par toute sa surface, puisque l'observation précédente démontre qu'il flotte dans une couche d'air; cependant, comme l'aire respiratoire de l'œuf, d'abord presque nulle, s'étend peu à peu en s'éloignant de la cicatricule et en subissant la métamorphose dont il est question dans la partie anatomique de ce mémoire, nous avons cherché si l'oxygène arrivait aux parties internes de l'œuf uniquement par la chambre à air, ou bien par toute la périphérie de l'œuf. Nous avons voulu de même déterminer si l'acide carbonique que l'on rencontre en si petite quantité dans la chambre à air ne sortait point par les pores de la partie de la coque étrangère à la chambre à air. Pour cela un grand nombre d'expériences ont été tentées, soit en vernissant des œufs complétement ou partiellement, soit en introduisant chacune de leurs extrémités dans un sac particulier imperméable, et en cherchant la composition de l'air qu'ils renfermaient.

Voici le détail de quelques-unes de ces expériences; elles ont été faites dans une étuve qui fonctionnait parfaitement et qui donnait des résultats bien plus réguliers que l'incubation naturelle.

Le 5 juillet 1845, à cinq heures du soir, on entreprit une expérience sur neuf œufs de poule : deux furent conservés dans l'état naturel pour servir de témoins, un fut verni en entier [1], trois

[1] Le vernis employé était formé de deux parties de cire et d'une partie de colophane. On l'employait en le tenant en fusion à la plus basse température possible.

furent vernis du côté de la chambre à air seulement, trois autres le furent du côté opposé à la chambre à air.

Les œufs précédents furent ouverts le 12 du même mois, à six heures du matin et trouvés dans l'état qui va être décrit.

Un œuf non verni étant ouvert, on remarque qu'il a parfaitement subi l'influence de l'incubation; le vitellus est aux deux tiers recouvert par des vaisseaux.

L'œuf verni sur toute sa surface présente des traces de la veine primigéniale; le vitellus est sans consistance; l'albumen interne adhère à la membrane interne de la chambre à air. L'embryon est mort depuis plusieurs jours.

Les œufs dont la partie de la coque qui recouvre la chambre à air a été vernie sont tous trois dans le même état. L'albumen externe est demeuré fluide et s'est un peu opacifié. L'albumen interne est demeuré limpide, mais il a pris une grande consistance; il adhère d'une part à la membrane interne de la chambre à air, et d'autre part à la pointe de l'œuf. Une membrane indéterminable offre quelques traces de vaisseaux. Dans un des œufs il y a un embryon rabougri qui ne présente qu'un rudiment du pédicule de l'allantoïde.

Les trois œufs dont la chambre à air était libre, mais dont le reste était couvert de vernis, ont parfaitement subi l'influence de l'incubation; les embryons qu'ils renfermaient étaient bien vivants et ne présentaient rien d'anomal.

Ces faits parlent d'eux-mêmes et n'ont besoin d'aucun commentaire.

La position des œufs pouvant avoir aussi quelque influence sur l'incubation, nous avons tenté les expériences suivantes pour nous en assurer. Nous avions remarqué d'ailleurs que les poules retournaient leurs œufs tous les jours, et nous en avons acquis la certitude en y faisant des marques au crayon, qui permettaient de reconnaître les changements survenus dans leur position[1].

[1] La tendance qu'a le vitellus à s'élever et se rapprocher de la partie supérieure de l'œuf et de s'appliquer ainsi très-près de la coquille, et celle de la cicatricule à se tourner en dessus,

Le 16 juillet 1845, huit œufs ont été placés dans l'étuve. De ces œufs deux étaient dans l'état normal pour servir de témoins ; quatre étaient à moitié couverts de vernis, la séparation des deux moitiés ayant lieu par un plan méridien passant par l'axe de l'œuf; deux œufs ont été complétement couverts de vernis.

De quatre œufs vernis par moitié, deux ont été placés le côté verni en dessus, et deux le côté verni en dessous.

Le 25 juillet on a procédé à l'autopsie des œufs préparés comme il vient d'être dit :

1° Un œuf non verni a été ouvert; le germe était vivant et avait atteint tout le développement possible pendant le temps de l'expérience;

2° Les deux œufs dont le vernis était placé en dessus présentent à peine des traces d'évolution;

3° Un des œufs vernis en dessous a marché jusqu'au septième jour environ; l'amnios était rempli d'un liquide jaune rougeâtre : le jaune n'était recouvert qu'au tiers par des vaisseaux. On pouvait distinguer l'allantoïde.

sont dues uniquement à des différences de densité : le vitellus est moins dense que les albumens, et la partie du vitellus située près de la cicatricule est moins dense que celle qui lui est opposée.

On sait que les liquides immiscibles se superposent dans l'ordre de leurs densités, le moins dense à la partie supérieure, et qu'un corps hétérogène flottant ou immergé ne peut prendre une position d'équilibre stable que lorsque son centre de gravité est au-dessous de son centre de pression, centre qui tient lieu de point de suspension, de telle manière que le centre de gravité, tant celui du système des liquides superposés que celui du corps flottant, soit aussi bas que possible. Ce sont là justement les deux cas auxquels satisfont les parties constituantes de l'œuf.

Les poids spécifiques suivants, déterminés en opérant sur des œufs de poule, sont à l'appui de l'explication qui vient d'être donnée.

	Poids spécifiques.
Albumen externe	1,0399 à 1,0421
Albumen interne	1,0421 à 1,0432
Vitellus entier	1,0288 à 1,0299
Vitellus vers la cicatricule	1,0266 à 1,0277
Vitellus du côté opposé	1,0310 à 1,0321

La différence des poids spécifiques des deux hémisphères formant le vitellus est principalement due à l'agglomération des particules grasses vers la cicatricule ou la vésicule prolifère, fait qui est constant pour tous les œufs de la série animale.

Le deuxième œuf verni en dessous était dans l'état normal. L'embryon était vivant et bien développé; seulement l'*allantoïde s'était développée de côté et ne s'était étendue que dans la partie non recouverte de vernis et accessible à l'air;* elle était nettement circonscrite par le vernis qui recouvrait la coquille. Cette observation est remarquable et confirme l'opinion que nous avons soutenue sur la fonction respiratoire de l'allantoïde.

Les trois œufs entièrement recouverts de vernis étaient exactement dans le même état les uns que les autres. Ils contenaient un embryon de trois millimètres de longueur environ, entouré d'une auréole grande comme une pièce de deux francs. L'albumen était trouble.

Ces dernières observations confirment celle du 5 au 12 juillet.

Ainsi que cela a été dit précédemment, des expériences ont été tentées en introduisant les deux extrémités des œufs dans des sacs en caoutchouc complétement indépendants, et contenant de l'air [1].

Les résultats obtenus par ce mode d'expérimentation sont consignés dans le tableau suivant.

INCUBATION DES ŒUFS DANS DES SACS DE CAOUTCHOUC, LA POINTE ET LA CHAMBRE À AIR SE TROUVANT DANS DES SACS SÉPARÉS.

Expérience du 17 au 19 juillet 1845.

I.

	Sac de la chambre à air.	Sac de la pointe de l'œuf.	Chambre à air.
Acide carbonique	0,0207	0,0204	0,0163
Oxygène	0,0611	0,1027	0,1352
Azote	0,9182	0,8769	0,8455

Expérience du 22 au 24 juillet de la même année.

II.

	Sac de la chambre à air.	Sac de la pointe de l'œuf.	Chambre à air.
Acide carbonique	0,0130	0,0092	0,0142
Oxygène	0,1034	0,0979	0,1281
Azote	0,8836	0,8929	0,8577

[1] Les sacs étaient faits sur les œufs mêmes et collés avec le mastic décrit précédemment.

III.

Acide carbonique	0,0220	0,0149	0,0157
Oxygène	0,0863	0,0751	0,1105
Azote	0,8917	0,9100	0,8738

CHAPITRE XII.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES.

L'étude de l'évolution embryonnaire des animaux comprend plusieurs parties distinctes : 1° celle de l'être considéré au point de vue statique ou de l'examen de la texture, de la structure, de la forme, des rapports des organes; 2° celle de l'être au point de vue dynamique ou phénoménal, qui est relative à la création, au développement successif et aux fonctions de ces mêmes organes. L'Académie a surtout appelé l'attention sur l'anatomie la plus intime des tissus et sur les modifications qui surviennent dans leurs éléments constitutifs; mais, comme conséquence du programme qu'elle a publié, nous sommes parvenus à démontrer la nécessité de l'intervention de l'oxygène de l'air pendant l'incubation, et celle d'une véritable respiration qui commence avec les premiers instants de la vie de l'animal et qui ne finit qu'avec elle. Cette démonstration nous ayant fait connaître d'une manière très-précise les fonctions de plusieurs organes tant permanents qu'accessoires de l'animal à l'état embryonnaire, nous avons été conduits à revoir quelques points d'anatomie descriptive et à entrer dans des détails qui, en apparence étrangers au programme de l'Académie, n'en sont réellement que le développement indispensable.

Pour établir un enchaînement de faits non interrompu, et pour avoir des termes de comparaison qui nous permettent de mieux apprécier l'œuf au moment de l'incubation, nous l'avons étudié depuis les premiers instants de sa formation dans l'ovaire jusqu'à la fécondation, et même au delà, sur les animaux adultes, lorsque cela a été nécessaire.

Nous avons vu que l'œuf est essentiellement composé de la vésicule germinative renfermée dans la vésicule vitelline ; qu'il atteint ce degré de développement dans l'ovaire, et qu'au sortir de là il se revêt d'enveloppes accessoires selon les organes et les milieux dans lesquels il doit séjourner.

Le premier élément de l'organisation paraît être une espèce de mucosité formée de particules sphéroïdales que nous rendons toujours visibles par l'emploi de l'eau de baryte, et qui sont d'un très-petit diamètre, variant de 4 à 8 millièmes de millimètres; puis viennent des vésicules simples et des vésicules à noyaux que l'on rencontre dans l'œuf même avant la fécondation, ainsi que cela s'observe dans la vésicule germinative et dans l'enceinte vitelline : c'est là que s'arrête la production des éléments organiques de l'œuf qui n'a pas reçu l'influence du mâle; mais si la fécondation intervient, et s'il se trouve dans les circonstances qui conviennent à l'incubation, une nouvelle création a lieu : les parties restées stationnaires subissent des modifications ; elles se développent et s'agrégent; il s'opère un triage des éléments nutritifs ; ils sont modifiés au point de vue de leur forme, de leur volume et de leur composition chimique, selon les organes qu'ils sont appelés à constituer. Ces éléments ont été dessinés avec beaucoup de soin ou représentés d'une manière plus fidèle encore par la photographie; et, afin qu'il ne puisse exister le moindre doute sur le degré de développement de l'être qui les a fournis, ces êtres ou ces organes ont été dessinés et placés à côté d'eux pour rappeler leur origine.

L'étude de la constitution chimique des animaux, à différentes époques de leur existence, nous a démontré que les éléments inorganiques qu'ils renferment peuvent considérablement varier par leur nature et leurs proportions relatives. Nous avons recherché comment ces éléments inorganiques font partie des tissus animaux; l'ensemble des faits que nous avons observés et les expériences que nous en avons faites nous permettent d'affirmer qu'ils existent dans chaque particule organique, qu'ils lui arrivent à

l'état de dissolution dans un fluide, mais que bientôt ils deviennent insolubles et s'y unissent intimement. Ce mode d'union tout particulier diffère de la véritable combinaison chimique : il est le résultat d'une imprégnation intime des particules et de l'insolubilité finale de la matière minérale; il peut avoir lieu en proportions indéterminées, et peut cependant modifier considérablement les propriétés chimiques apparentes des éléments des tissus. C'est ainsi que de l'albumine, toujours la même, toujours sous forme particulaire, comme nous l'avons prouvé, pourra paraître successivement soluble dans l'eau, solubilité qui n'est jamais qu'apparente, ou absolument insoluble, comme les fibrines, qui ne varient réellement que par la nature et la proportion des matières minérales qui s'y trouvent engagées.

Nous appelons l'attention de l'Académie sur ce point important qui nous révèle un nouveau mode de combinaison propre aux êtres organiques, et nous apprend que des éléments très-divers en apparence ne diffèrent que par les conditions qui viennent d'être indiquées. C'est la matière anorganique déposée dans les particules organiques qui donne de la consistance aux tissus qu'elles forment, et qui permet à ces tissus de résister à l'action de la pesanteur; elle donne ainsi naissance soit à un squelette isolé, soit à un squelette particulaire, distribué dans toutes les parties de l'être, comme cela s'observe chez les végétaux et chez les animaux inférieurs.

Par une étude approfondie des organes, nous avons reconnu que les divers degrés de développement de l'appareil respiratoire correspondent aux différents modes de circulation qu'on observe dans l'échelle animale. D'abord, tous les éléments se confondent; mais l'oxygène dissous dans un véhicule pénètre les éléments des tissus, les modifie et les rend propres à la vie : c'est là le phénomène fondamental de la respiration, c'est celui qui s'observe chez les êtres les plus inférieurs, c'est celui par lequel commence toute espèce de respiration, c'est celui qui existe à tous les âges et qui ne se trouve modifié que par des organes destinés à ab-

sorber l'oxygène et à le transporter dans tous les points de l'économie animale.

Après ces premiers moments de l'incubation apparaît une espèce de circulation branchiale; celle-ci suffit aux amphibiens, qui demeurent plongés dans un milieu chargé d'oxygène; mais elle devient insuffisante chez les oiseaux. Alors apparaît un nouvel organe respiratoire, l'allantoïde, qui est chargée d'absorber l'oxygène et de le transmettre à tout l'organisme par un système circulatoire excessivement développé. D'une autre part, les vaisseaux de la vésicule ombilicale puisent dans le vitellus les éléments nutritifs nécessaires à l'organisation de l'être. A cette époque de la vie des oiseaux, il y a donc un système alimentaire et un système respiratoire parfaitement distincts, et cela se comprend facilement, puisque les aliments sont puisés au centre de l'œuf, tandis que l'oxygène qui doit les modifier vient du dehors et ne peut être absorbé qu'à la surface de ce dernier.

Chez les ophidiens ovipares ou ovovivipares, les phénomènes sont les mêmes que chez les oiseaux; seulement l'œuf séjourne plus longtemps dans le corps de l'animal et y subit une incubation partielle ou totale; dans ce dernier cas, la mère transmet le fluide oxygéné par la perméabilité de ses organes; aussi les œufs des couleuvres vivipares ont-ils une enveloppe beaucoup plus perméable que celle des couleuvres simplement ovipares.

Chez les mammifères, le placenta fournit à lui seul les éléments nutritifs et l'oxygène qui doivent concourir à l'édification embryonnaire. Cette condition spéciale fait que l'on ne retrouve chez ces sortes d'animaux qu'une espèce de vestige, qui indique par tradition l'existence de la vésicule ombilicale.

Nous ne craignons point de l'affirmer, car cela résulte de l'ensemble de toutes nos recherches, qui laissent fort peu de chose à désirer sur ce point, la *respiration a essentiellement pour but de modifier les aliments et de les rendre aptes à l'assimilation.* Nous adoptons pleinement la théorie de M. Magnus, qui veut que l'oxygène puisé dans l'air soit transporté dans toutes les parties du corps

des animaux par la circulation. *Tous les tissus de l'économie animale sont formés de particules vivantes et partout il leur faut de l'oxygène !*

Cette opinion que nous venons d'émettre sur la respiration est démontrée d'ailleurs : 1° par l'exhalation de l'azote, qui prouve la destruction partielle d'un élément azoté; 2° par la présence du tissu cellulaire chez les animaux herbivores qui mangent des aliments qui n'en renferment aucune trace, tissu qui est moins azoté que ne le sont les matières albuminoïdes dont il provient; observation indiquant tout à la fois la nature de l'élément azoté nutritif, et l'une des transformations qu'il éprouve par la respiration; 3° parce que le tissu cellulaire n'existe point dans le sang, où il y a principalement de l'albumine, qui se distribue dans les organes en se combinant avec de la matière minérale pour devenir de la fibrine, ou en se brûlant partiellement pour devenir du tissu cellulaire; 4° parce que chez les animaux supérieurs le canal thoracique conduit le fluide alimentaire dans le système veineux, et jamais dans le système artériel, afin qu'il soit modifié par la respiration et devienne ainsi apte à l'assimilation.

L'opinion que nous venons d'émettre n'a rien de contraire à celle des savants qui ont prétendu que la respiration avait pour but de brûler des éléments organiques qui avaient terminé le rôle qu'ils étaient appelés à jouer dans l'économie de l'être vivant, ou de brûler les aliments neutres non azotés pour entretenir la chaleur animale.

Loin de là, nous pensons que toutes ces choses sont possibles; seulement nous ne pouvons nous empêcher de signaler encore un fait qui indique l'importance de l'action de l'oxygène pour rendre les éléments assimilables. Ce fait, nous le puiserons dans les études pathologiques qui démontrent que, chez les phthisiques, dont le système respiratoire est amoindri par la maladie, la nutrition ne se fait point, et que les individus périssent tout à la fois par défaut de caléfaction et de nutrition. Cette observation démontre encore que les corps gras ne s'assimilent point sans être modifiés par la respiration, et que celle-ci ne peut avoir unique-

ment pour but de les détruire; car sans cela ils s'accumuleraient en quantité considérable dans les tissus des phthisiques: c'est ce qui est bien loin d'avoir lieu.

L'Académie nous excusera d'être entrés dans ces développements : ayant à déterminer les modifications qui surviennent dans l'état organique des animaux pendant leur évolution, nous avons cru demeurer dans les limites du programme qu'elle a tracé, en remontant à l'origine des phénomènes, autant qu'il nous a été possible de le faire.

REGISTRE DES EXPÉRIENCES

RELATIVES

À L'INFLUENCE DE L'AIR SUR LES ŒUFS SOUMIS À L'INCUBATION.

OISEAUX.

I.

EXPÉRIENCES FAITES AVEC LES APPAREILS A COURANTS CONSTANTS.

INCUBATION DANS UN COURANT D'AIR.

21 JUIN 1843.

3 œufs couvés naturellement pendant 9 jours sont soumis à l'incubation dans un courant d'air sec et privé d'acide carbonique.

Un vase contenant du chlorure calcique est placé sous la cloche contenant les œufs.

Au sortir de la cloche, l'air passe successivement dans une série de tubes qui le dépouillent d'eau et d'acide carbonique. Le courant est déterminé par un vase aspirateur. Le vase aspirateur est séparé des tubes collecteurs par un tube à chlorure calcique. (Pl. XV, fig. 1.)

DONNÉES EXPÉRIMENTALES.

		Avant l'expérience.	Après l'expérience.	
Poids des œufs.	N° 1........	60gr1000	58gr2450	Somme des différences ou perte de poids, 4gr9455.
	N° 2........	58, 9300	57, 4055	
	N° 3........	61, 6650	60, 0990	
		180, 6950		

		Avant l'expérience.	Après l'expérience.
Poids des tubes collecteurs.	N° 1. Sulfate équihydrique......	105gr5730	105gr9590
	N° 2. Potasse sèche............	112, 6430	112, 9220
	N° 3. Potasse humide et ponce...	101, 5090	101, 4510
	N° 4. Chlorure calcique.........	107, 8640	108, 3660
	N° 5. Sulfate hydrique..........	150, 4800	150, 5410
Vase à chlorure calcique	....	262, 0200	266, 8290

L'expérience dure 3 jours pleins, pendant lesquels on fait passer 112 litres d'air sec et privé d'acide carbonique dans tout l'appareil.

RÉSULTAT.

Perte du poids des œufs..................	4gr9455
Eau recueillie..................	5, 1950
Acide carbonique recueilli..................	0, 7840
Carbone de l'acide carbonique..................	0, 2138
Eau, plus carbone..... = 5,4088 / Perte de poids des œufs = 4,9455 — Différence ou oxygène absorbé, moins azote exhalé..........	0, 4633

28 JUIN 1843.

3 œufs couvés naturellement pendant 16 jours sont soumis à l'incubation dans un courant d'air sec privé d'acide carbonique.

Un vase contenant du chlorure calcique est placé sous la cloche contenant les œufs.

La disposition de l'appareil est la même que celle du 21 juin courant.

DONNÉES EXPÉRIMENTALES.

		Avant l'expérience.	Après l'expérience.	
Poids des œufs.	N° 1........	50gr6220	49gr6010	Somme des différences ou pertes de poids des œufs, 6gr2865.
	N° 2........	44, 4415	40, 2060	
	N° 3........	55, 6085	54, 5785	
		150, 6720	144, 3855	

		Avant l'expérience.	Après l'expérience
Poids des tubes collecteurs.	N° 1. Sulfate hydrique	104gr9550	106gr5960
	N° 2. Oxyde hydropotassique	112, 9240	114, 6210
	N° 3. *Idem* dissous et ponce	101, 4440	101, 0340
	N° 4. Chlorure calcique	108, 3600	108, 8230
	N° 5. Sulfate hydrique	150, 5495	150, 5965
Vase à chlorure calcique		254, 7370	260, 1990

L'expérience dure trois jours.

RÉSULTAT.

Perte de poids des œufs	6gr2865
Eau recueillie	6, 1030
Acide carbonique recueilli	1, 7970
Carbone contenu dans l'acide carbonique	0, 4901
Eau, plus carbone ...... = 6,5931 / Perte de poids des œufs = 6,2865 } Différence ou oxygène absorbé, moins azote exhalé	0, 3066

II.

EXPÉRIENCES FAITES AVEC LES APPAREILS A COURANTS ALTERNATIFS.

INCUBATION DANS L'AIR LIMITÉ.

11 MAI 1844.

4 œufs couvés naturellement pendant 15 jours sont placés dans un panier de fil de laiton et suspendus dans une cloche de verre. Sous la même cloche il y a un vase contenant du sel marin et un thermomètre.

L'appareil se compose de la cloche contenant les œufs, de deux tubes latéraux communiquant avec des éprouvettes remplies de chlorure calcique et de celles-ci avec les gazomètres. (Pl. XVII.)

Toutes les mesures avaient été prises pour faire une expérience complète; mais on s'est borné à constater la nature du gaz après l'incubation. On n'inscrira donc ici que ce qui a donné un résultat déterminé.

DONNÉES EXPÉRIMENTALES.

	Avant l'expérience.	Après l'expérience.
Poids des œufs	147gr602	145gr450

L'expérience a commencé le 11 mai à midi 30′, elle a été terminée le 16 à la même heure. Pendant toute cette expérience on a fréquemment fait passer le gaz d'un gazomètre dans l'autre, afin de renouveler l'air de la cloche.

Analyse du gaz de l'appareil.

		A		B
Détermination de l'acide carbonique.	Gaz de l'appareil	74,0		81,0
	Idem après potasse	70,8		78,0
		1	2	
Détermination de l'oxygène.	Gaz privé d'acide carbonique	32,0	31,2	32,5
	Idem + hydrogène	42,0	47,6	44,5
	Résidu	31,7	37,5	34,0

RÉSULTAT DU CALCUL.

Acide carbonique	0,0401
Oxygène	0,1028
Azote	0,8571

COROLLAIRE.

Dans cette expérience, il y a la preuve évidente de la production de l'acide carbonique pendant l'incubation. Les volumes de l'acide carbonique et de l'oxygène réunis ne représentent point celui de l'oxygène contenu dans l'air relativement à l'azote; il est évident; qu'outre la production de l'acide carbonique il y a de l'oxygène absorbé ou de l'azote exhalé, ou l'un et l'autre à la fois.

9 JUIN 1844.

Une expérience semblable à celle du 11 mai est répétée; les éprouvettes à chlorure calcique sont supprimées pour qu'il y ait le moins possible de ligatures dans l'appareil.

On emploie 3 œufs pesant ensemble 164gr800, avant l'expérience, et 163gr27 après. Elle dure 3 jours et donne des résultats semblables à ceux de l'expérience du 11 mai de la même année.

Le gaz soumis à l'analyse donne les résultats suivants :

Acide carbonique	0,0456
Oxygène	0,1033
Azote	0,8511

Le corollaire est le même que celui de l'expérience du 11 mai.

11 AOUT 1844.

Une nouvelle expérience a été tentée sur 2 œufs de dinde couvés naturellement depuis environ 15 jours. Ils sont placés dans une éprouvette horizontale et le caoutchouc est complétement supprimé. Il n'y a aucun appareil pour absorber ni l'acide carbonique ni l'eau, si ce n'est un vase à sel marin placé sous la cloche.

L'expérience commence à 12 h. 30′. L'étuve a été éteinte le 12 août à 2 heures de l'après-midi. Les gaz ont été analysés à 4 h. 40′.

DONNÉES EXPÉRIMENTALES.

	Avant l'expérience.	Après l'expérience.
Poids des œufs	153gr840	153gr310

Une partie des données expérimentales est supprimée, parce que les œufs ayant été ouverts, on a trouvé que l'un d'eux seulement avait été fécondé.

Analyse de l'air contenu dans l'appareil.

Détermination de l'acide carbonique.	Air de l'appareil	91,9	
	Idem après potasse	90,8	
		1	2
Détermination de l'oxygène.	Gaz privé d'acide carbonique	33,2	42,0
	Idem + hydrogène	55,0	69,0
	Résidu	37,5	46,5

Composition moyenne de l'air de l'appareil.

Acide carbonique	0,0119
Oxygène	0,1749
Azote	0,8132

Après l'expérience, une pression a été établie sur les gazomètres et maintenue pendant une heure, sans que les niveaux primitivement établis aient subi la moindre variation. Cette expérience démontre donc, d'une manière fort évidente, qu'il y a production d'acide carbonique et absorption d'oxygène ou exhalation d'azote, ou l'un et l'autre à la fois. Cette dernière assertion a été complétement démontrée par des expériences ultérieures.

16 JUIN 1844.

L'expérience suivante a été entreprise, non-seulement pour vérifier les phénomènes trouvés précédemment, mais pour déterminer la variation absolue du volume du gaz.

4 œufs de poule couvés naturellement depuis 14 jours révolus sont introduits dans un appareil composé d'une cloche et des gazomètres seulement, sans éprouvettes pour dessécher le gaz. La cloche renferme, en outre des œufs qui y sont suspendus, un vase contenant du chlorure sodique desséché et un thermomètre.

L'expérience commence le 16 juin, à 12 h. 15′. L'étuve est éteinte le 18, à 5 heures de l'après-midi. Les gaz sont mesurés à 7 h. 6′ du soir.

DONNÉES EXPÉRIMENTALES.

	Avant l'expérience.	Après l'expérience.
Poids des œufs	219gr770	217gr065
Température de l'étuve	20°0	20°0
Température du vase aux œufs	20,4	20,4
Température du gazomètre	19,5	19,5
Pression barométrique	7655d	7529d
Volume de l'air au gazomètre sans robinet	57d6	58d0
Volume de l'air au gazomètre à robinet	107,0	88,6
	164,6	146,6

Après l'expérience la capacité de la cloche, celle des tubes qui la font communiquer avec les gazomètres, et le volume de tous les objets qu'elle renferme sont mesurés. On en déduit :

Volume de l'air avant l'expérience à 0° et 76c de pression barom.	4268cc27
Volume de l'air après l'expérience à 0° et 76c de pression barom.	4031, 67
	236, 60

Analyse de l'air à la fin de l'expérience.

Détermination de l'acide carbonique.	Gaz de l'appareil	83,0
	Gaz après potasse	78,3

		1	2
Détermination de l'oxygène.	Air privé d'acide carbonique	36,0	42,6
	Air + hydrogène	44,5	59,0
	Résidu	35,0	47,0

Composition moyenne du gaz.	Acide carbonique	0,0566
	Oxygène	0,0857
	Azote	0,8577

Composition de l'air de l'appareil en volume et en poids.

		Volume.	Poids.
Avant l'expérience.	Oxygène	887cc78	1gr2784
	Azote	3380, 49	4, 2594
Après l'expérience.	Acide carbonique	228, 19	0, 4518
	Oxygène	345, 51	0, 4975
	Azote	3457, 97	4, 3570

COROLLAIRE.

Oxygène employé	542cc27	0gr7809
Oxygène dans le gaz carbonique	228, 19	0, 3286
Oxygène absorbé	314, 08	0, 4523
Azote exhalé	77, 48	0, 0976

26 JUIN 1845.

L'appareil se compose d'une cloche horizontale contenant les œufs et du sel marin sec déposé sur une plaque de cuivre, et de simples tubes communiquant avec les deux gazomètres. (Pl. XV, fig. 3.)

Deux œufs de poule couvés naturellement pendant un temps que nous n'avons pu connaître avec précision sont mis dans l'appareil.

DONNÉES EXPÉRIMENTALES.

	Avant l'expérience.	Après l'expérience.
Poids des œufs	111gr500	110gr705
Température de l'étuve	21°1	21°
Température de l'eau des gazomètres	19, 2	19,7
Pression	757mm4	754mm7
Volume au gazomètre de gauche	38div4 [1]	38div8
Volume au gazomètre de droite	100, 8	96, 2
Somme des volumes	139, 2	135, 0

Capacité des tubes communiquant des gazomètres à la cloche contenant les œufs, diminuée du volume des tubes dépassant le niveau de l'eau dans les gazomètres	30cc10
Capacité de la cloche et des tubes qui s'y joignent immédiatement, diminuée du volume de la plaque de cuivre	847, 95
Volume des œufs	110, 00
Volume du sel marin	66, 50

L'expérience commence le 26 juin, à 5 heures 30 minutes du

[1] Division = 10 centimètres cubes.

soir, et finit le 27 à 5 heures. Un seul œuf était fécondé; l'autre ne l'était point, mais il n'était pas corrompu.

Analyse de l'air des gazomètres après l'expérience.

		A	B
Détermination de l'acide carbonique.	Volume de l'air	48, 8	56, 0
	Volume après potasse	47, 1	54, 0

		A 1	A 2	B 1	B 2
Détermination de l'oxygène par l'eudiométrie.	Air privé d'acide carbonique.	22, 1	25, 7	25, 0	29, 8
	Air + hydrogène	35, 7	32, 6	37, 0	45, 5
	Résidu après combustion	27, 0	22, 7	26, 9	33, 3

RÉSULTAT.

Composition de l'air des gazomètres après l'expérience.	Gaz carbonique	0, 0352
	Gaz oxygène	0, 1341
	Gaz azote	0, 8307

Volume du gaz avant l'expérience, réduit à 0° et 7600^dm de pression barom^e.		1943^cc16
Volume du gaz après l'expérience,	*idem.*	1898, 28
Différence ou diminution de volume		44, 88

Composition de l'air avant l'expérience.

	En volume.	En poids.
Gaz oxygène	404^c 16	0^gr5820
Gaz azote	1539, 00	1, 9390

Composition du gaz après l'expérience.

Gaz carbonique	66^cc82	0^gr1316
Gaz oxygène	254, 56	0, 3665
Gaz azote	1576, 90	1, 9869

COROLLAIRE.

Gaz oxygène employé	149^cc60	0^gr2154
Gaz oxygène absorbé	82, 78	0, 1192
Gaz oxygène dans le gaz carbonique	66, 82	0, 0962
Gaz azote exhalé	37, 90	0, 0477
Carbone dans l'acide carbonique	〃	0, 0373

28 JUIN 1845.

La disposition de l'appareil est exactement la même que celle de l'appareil qui a servi pour l'expérience du 26 juin 1845.

Trois œufs couvés depuis le 15 juin, à 3 heures de l'après-midi, sont employés pour cette expérience. Elle commence le 28 juin, à 5 heures 30 minutes du soir. L'étuve est éteinte le lendemain, à 11 heures 15 minutes du matin.

DONNÉES EXPÉRIMENTALES.

	Avant l'expérience.	Après l'expérience.
Poids des œufs	188gr450	187gr640
Température de l'étuve	19° 0	20° 2
Température des gazomètres	19, 0	18, 5
Pression	7522dmm	7596dm
Volume du gaz au gazomètre à robinet	137dec5	132dec2
Volume du gaz au gazomètre sans robinet	39, 4	38, 3
	176, 9	170, 5

Les tubes et la cloche sont les mêmes que dans l'expérience du 26 juin.

Volume des œufs	181cc5
Volume du sel marin (comme précédemment)	66, 5

Un seul œuf était fécondé; les deux autres n'étaient pas corrompus.

Analyse de l'air des gazomètres après l'expérience.

Acide carbonique	Air avant potasse	53, 8	
	Air après potasse	53, 0	
		1	2
Oxygène	Air privé d'acide carbonique	29, 0	24, 4
	Idem + hydrogène	43, 1	39, 7
	Résidus après combustion	28, 7	27, 5

Analyse du gaz contenu dans la chambre à air.

Le gaz des trois chambres est mêlé. Il ne contient point d'acide carbonique.

		1	2
Détermination de l'oxygène.	Gaz	25, 6	20, 00
	Gaz + hydrogène	42, 1	37, 50
	Résidu après combustion	26, 3	25, 35

Analyse de l'air du laboratoire, le même jour (29 juin).

Air	31, 4	42, 00
Air + hydrogène	50, 1	65, 15
Résidu après combustion	30, 7	39, 00

RÉSULTAT DU CALCUL.

Composition de l'air des gazomètres après l'expérience.	Gaz carbonique.	0, 0148
	Gaz oxygène	0, 1640
	Gaz azote	0, 8212
Gaz de la chambre à air	Gaz oxygène	0, 2041
	Gaz azote	0, 7959
Air du laboratoire	Gaz oxygène	0, 2067
	Gaz azote	0, 7933

Volume du gaz avant l'expérience, réduit à 0° et à 7600^{dm} de pression bar^{e}	2220^{cc}
Volume du gaz après l'expérience, idem.	2182
Différence ou diminution de volume	38

Composition de l'air avant l'expérience.

	En volume.	En poids.
Gaz oxygène	461^{cc}76	0^{gr}6649
Gaz azote	1758, 24	2, 2154

Composition du gaz à la fin de l'expérience.

Gaz carbonique	32^{cc}29	0^{gr}0639
Gaz oxygène	357, 85	0, 5153
Gaz azote	1791, 86	2, 2577

COROLLAIRE.

Gaz oxygène employé	103cc91	0gr1496
Gaz oxygène employé dans le gaz carbonique	32, 29	0, 0465
Gaz oxygène absorbé	71, 62	1, 0031
Gaz azote exhalé	33, 62	0, 0423
Carbone contenu dans le gaz carbonique	32, 29	0, 0281

1er JUILLET 1845.

L'appareil est le même que celui qui a servi pour les expériences des 26 et 28 juin derniers.

On emploie trois œufs couvés depuis le 15 juin, à 3 heures de l'après-midi, sous la même poule que les précédents.

L'expérience commence à 11 heures 30 minutes du matin. L'étuve est éteinte le 2 juillet, à 5 heures 30 minutes du matin. Les mesures sont prises à 9 heures.

DONNÉES EXPÉRIMENTALES.

	Avant l'expérience.	Après l'expérience.
Poids des œufs	165gr480	164gr755
Température de l'étuve	18°5	19°4
Température des gazomètres	18,0	18,8
Pression atmosphérique	759,4	757,4
Volume au gazomètre à robinet	44div0	42div2
Volume au gazomètre sans robinet	126, 0	120, 1
	170, 0	162, 3

Autopsie des œufs : ils étaient tous trois fécondés, couvés et en bon état.

Les tubes et la cloche sont les mêmes que dans les expériences des 26 et 28 juin derniers.

Volume des 3 œufs	159cc5
Volume du sel contenu dans la cloche	67, 5

Analyse de l'air des gazomètres après l'expérience.

		A	B
Détermination de l'acide carbonique.	Air du gazomètre	62,6	64,4
	Idem après potasse	59,0	60,7

		A 1	A 2	B 1	B 2
Détermination de l'oxygène.	Air privé d'acide carbonique	32,0	27,4	27,00	34,0
	Idem + hydrogène	46,0	37,7	38,40	47,8
	Résidu après combustion	36,5	29,6	30,15	37,6

Volume du gaz contenu dans les 3 chambres à air à + 18°,5 et à 7574^{dm} de pression barométrique .... 12^{cc}

Analyse de ce gaz.

Détermination de l'acide carbonique.	Gaz des chambres à air	48,00
	Idem après potasse	46,15

		1	2
Détermination de l'oxygène.	Air privé d'acide carbonique	24,6	22,2
	Idem + hydrogène	34,1	33,6
	Résidu après combustion	20,9	21,4

RÉSULTAT DU CALCUL.

Composition de l'air des gazomètres après l'expérience.

	A	B	Moyenne.
Acide carbonique	0,0576	0,0590	0,0583
Oxygène	0,0933	0,0953	0,0943
Azote	0,8491	0,8457	0,8474

Composition du gaz des chambres à air.

Acide carbonique	0,0385
Oxygène	0,1741
Azote	0,7874

Volume du gaz des gazomètres à 0° et 7,600^{dm} de pression barométrique	Avant l'expérience	2201^{cc}
	Après l'expérience	2136
Différence ou diminution de volume		65

Composition de l'air des gazomètres.

Avant l'expérience.

	Volume.	Poids.
Gaz oxygène	458cc	0gr6595
Gaz azote	1743	2, 1962

Après l'expérience.

Gaz carbonique	124cc5	0gr2465
Gaz oxygène	201, 4	0, 2900
Gaz azote	1810, 1	2, 2807

COROLLAIRE.

Gaz oxygène employé	256cc6	0gr3695
Gaz oxygène absorbé	132, 1	0, 1902
Gaz oxygène dans le gaz carbonique	124, 5	0, 1793
Azote exhalé	67, 1	0, 0845
Carbone		0, 0672
Perte de poids des œufs		0, 7250
Idem + oxygène absorbé		0, 9152
Carbone + azote exhalés		0, 1517
Eau ou différence entre les deux nombres précédents		0, 7635

INCUBATION DANS UN APPAREIL COMPLET
PROPRE À DONNER TOUS LES ÉLÉMENTS DE L'INCUBATION.

15 JUILLET 1844.

L'appareil se compose non-seulement des gazomètres, mais d'une suite de tubes collecteurs propres à recueillir l'eau et l'acide carbonique. (Voy. pl. XVIII.)

Dans cette expérience, la perte de poids des œufs, le poids de l'acide carbonique et celui de l'eau développés ont été déterminés à l'aide de la balance. La variation absolue du volume du gaz et les volumes absolus et relatifs de l'oxygène et de l'azote avant et après l'expérience ont été déterminés par des mesures directes.

Trois expériences ont été tentées à l'aide de cet appareil, mais il est si compliqué et offre tant de chances d'insuccès, qu'une seule d'entre elles a réussi complétement : c'est celle dont il va être question.

L'expérience a été faite sur quatre œufs. Elle a commencé le 15 juillet, à 1 heure après-midi, et a été terminée le lendemain, à 5 heures de l'après-midi. Les gaz ont été mesurés à 7 heures du soir.

DONNÉES EXPÉRIMENTALES.

		Avant l'expérience.	Après l'expérience.
	Poids des 4 œufs	199gr1030	198gr3250
	Poids des tubes collecteurs.		
Droite	N° 1. Sulfate hydrique	129, 8800	130, 0565
Droite	N° 2. *Idem*	175, 4170	175, 5250
Droite	N° 3. Potasse et ponce	127, 2815	127, 4330
Droite	N° 4. Sulfate hydrique	171, 8350	171, 9150
Gauche	N° 1. Sulfate hydrique	131, 2045	131, 4040
Gauche	N° 2. *Idem*	117, 6450	117, 7350
Gauche	N° 3. Potasse et ponce	128, 8955	128, 8860
Gauche	N° 4. Sulfate hydrique	157, 2475	157, 3065
	Vase à sel marin	40, 6260	40, 9430
	Température de l'étuve	20°0	20°0
	Température des gazomètres	19,0	18,4
	Pression barométrique	7554div	7595div
	Volume de l'air au gazomètre à robinet	57,5	36,0
	Volume de l'air au gazomètre sans robinet	111, 8	110, 4
		169, 3	146, 4

Composition de l'air des gazomètres à la fin de l'expérience.

	1	2	3	4
Air du gazomètre	38,4	32,0	35,5	38,5
Air + hydrogène	64,6	54,0	58,0	60,1
Résidu	48,0	40,7	43,0	44,0

RÉSULTAT DU CALCUL.

Composition moyenne de l'air après l'expérience.......	Oxygène	0,14065
	Azote..........	0,85935

Poids de l'eau recueillie dans les appareils collecteurs............... 0gr6930

Poids de l'acide carbonique recueilli dans les tubes collecteurs......... 0, 4790

Volume de l'air à 0° et 7600d.-r. de pression barométrique [1]...	Avant l'expérience.....	3655cc
	Après l'expérience.....	3508
		147

EXPÉRIENCES TOXICOLOGIQUES SUR LES ŒUFS SOUMIS A L'INCUBATION.

INCUBATION DANS LES GAZ OXYGÈNE, HYDROGÈNE ET CARBONIQUE.

INCUBATION DANS LE GAZ OXYGÈNE LIMITÉ.

3 JUILLET 1845.

Trois œufs couvés depuis le 15 juin, à trois heures de l'après-midi, sont employés dans cette expérience. Elle commence le 3 juillet, à 11 h. 30′ et finit le 4, à 9 h. 30′.

[1] Dans une expérience précédente, la capacité des appareils a été déterminée en les remplissant avec de l'eau mesurée avec soin, et en négligeant les faibles variations de volume qui pouvaient survenir par la dissolution des parties solubles. Ce procédé, très-simple en apparence, est difficilement applicable à un appareil compliqué, et il a, en outre, l'inconvénient d'occasionner la perte de tous les produits employés, et de faire qu'ils ne puissent servir plusieurs fois. Ces inconvénients sont graves, surtout à cause du temps considérable qu'un appareil de cette nature exige pour être monté.

Afin d'éviter cet embarras, nous avons déterminé la capacité de notre appareil par un procédé fort simple, qui repose entièrement sur l'élasticité des gaz et sur les variations de volume qu'ils éprouvent lorsqu'on vient à la changer. L'instrument qui nous a servi est un flacon à deux tubulures, dont une inférieure, latérale, et une ordinaire, supérieure et médiane.

A la tubulure inférieure est adapté un tube qui se relève verticalement et parallèlement à l'axe du flacon. A la tubulure supérieure est adapté un autre tube coudé, pouvant être fermé à l'aide d'un robinet d'acier. Ces deux tubes sont parfaitement mastiqués, de manière à supporter une pression sans donner issue à l'air. (Voy. pl. XVI, fig. 3.)

Avant de commencer l'expérience, on introduit du mercure dans l'appareil jusqu'au-dessus de l'ouverture du tube latéral, pour intercepter la communication de l'intérieur du vase avec l'air extérieur. Cela étant fait, si l'on joint le vase ainsi préparé à un appareil quelconque, fermant bien et contenant un gaz permanent, on pourra en connaître la capacité, en ajoutant un volume connu de mercure dans le flacon par la tubulure latérale : le gaz se trouve

L'appareil est le même qui a servi aux expériences précédentes.

DONNÉES EXPÉRIMENTALES.

	Avant l'expérience.	Après l'expérience.
Poids des œufs................................	$174^{gr}\ 112$	$173^{gr}\ 470$
Température de l'étuve.........................	24° 0	20° 8
Température des gazomètres....................	21, 0	20, 8
Pression atmosphérique.........................	$7561^{dm}0$	7636^{dm}
Volume au gazomètre de gauche.................	$24^{div}0$	$7^{div}2$
Volume au gazomètre de droite..................	107, 7	86, 3
	131, 7	93, 5

La cloche et les tubes sont les mêmes que dans les expériences des 26, 28 juin et 1er juillet.

Volume des œufs...............................	$167^{cc}\ 5$
Volume du sel marin	67, 5

alors comprimé, et sa nouvelle élasticité est indiquée par la différence de niveau du mercure dans le vase et dans le tube latéral.

Soit p la pression de l'air au moment de l'expérience, x le volume du gaz à déterminer, v le volume du mercure ajouté, et p' l'élasticité du gaz quand on a ajouté du mercure. La quantité de gaz n'ayant pas changé, il est évident que les deux volumes successifs sont en raison inverse des pressions auxquelles ils sont soumis, et que l'on a l'équation

$$px = p'(x - v),$$

équation d'où l'on déduit la valeur de x:

$$\frac{p'v}{p'-p} = x.$$

On tient compte de l'abaissement du mercure par la capillarité dans le tube latéral, ce qui est très-facile à faire, en mettant du mercure dans le flacon, reposant sur une base horizontale, laissant son robinet ouvert, et mesurant la différence des niveaux à l'aide du cathétomètre.

On tient aussi compte du mercure contenu dans le tube au-dessus du niveau de celui contenu dans le flacon; cela est encore facile en mesurant la longueur d'une colonne de mercure dans le tube, la pesant ou la mesurant dans un tube gradué d'un petit diamètre, pour en connaître le volume.

Enfin, on retranche de la capacité totale, trouvée par l'observation, celle du vase qui sert pour faire l'expérience.

Pour faire usage de l'instrument dont nous venons de donner la description, les gazomètres ont été séparés du reste de l'appareil. Une extrémité de celui-ci a été complétement fermé avec du mastic; l'autre a été réunie à l'instrument.

Examen du gaz de l'appareil avant l'expérience[1].

		A	B
Détermination du gaz carbonique.	Gaz de l'appareil	56,2	78,1
	Id. après potasse	55,6	76,6

		A 1	A 2	B
Détermination du gaz oxygène.	Gaz privé / Gaz d'acide carbonique	12,0	15,0	14,1
	Id. + hydrogène	36,0	56,0	51,1
	Résidu	5,0	18,3	15,0

Examen du gaz de l'appareil après l'expérience.

Détermination de l'acide carbonique.	Gaz de l'appareil		69,3
	Après potasse		54,0
Détermination de l'oxygène.	Gaz privé d'acide carbonique	11,0	15,6
	Id. + hydrogène	36,7	47,4
	Résidu	13,0	13,8

Examen du gaz des chambres à air. — Le gaz des trois chambres est mêlé.

Détermination de l'acide carbonique.	Gaz		58,8
	Id. après potasse		58,0
Détermination de l'oxygène.	Gaz privé d'acide carbonique	19,6	20,5
	Mélange avec hydrogène	35,2	36,9
	Résidu	23,5	24,6

RÉSULTAT DU CALCUL.

Composition moyenne du gaz.

	Avant l'expérience.	Apres l'expérience.	Des chambres a air.
Gaz carbonique	0,0149	0,2207	0,0153
Gaz oxygène	0,8397	0,5881	0,1964
Gaz azote	0,1454	0,1912	0,7883

[1] Ce gaz avait été préparé en calcinant le bioxyde manganique d'Allemagne non purifié et contenait du gaz carbonique. L'appareil, ne pouvant être rempli que par voie de déplacement, devait, en outre, retenir de l'air et contenir de l'azote.

Volume du gaz à 0° et 7600^{dm} de pression atmosphérique.

Avant l'expérience	1805
Après l'expérience	1474
Différence en absorption	331

Composition du gaz en volume et en poids

		Volume.	Poids.
Avant l'expérience.	Gaz carbonique	27^{cc}	0^{gr}0534
	Gaz oxygène	1516	2, 1830
	Gaz azote	262	0, 3301
Après l'expérience.	Gaz carbonique	325	0, 6435
	Gaz oxygène	867	1, 2484
	Gaz azote	284	0, 3578

COROLLAIRE.

Gaz oxygène employé	649^{cc}	0^{gr}9346
Gaz oxygène absorbé	351	0, 5054
Gaz oxygène dans le gaz carbonique	298	0, 4291
Gaz azote exhalé	22	0, 0277

INCUBATION DANS LE GAZ OXYGÈNE.

5 JUILLET 1845.

Deux œufs incubés artificiellement depuis 10 jours sont soumis à l'expérience. Un troisième œuf est ouvert; il est dans un état parfait, comme s'il était couvé sous une poule.

L'expérience est commencée à 7 heures de l'après-midi; elle est terminée le 7, à une heure que l'on a oublié de noter.

DONNÉES EXPÉRIMENTALES.

	Avant l'expérience.	Après l'expérience.
Poids des œufs	123^{gr} 467	122^{gr} 300
Température de l'étuve	22° 9	25°
Température des gazomètres	20, 8	24
Pression atmosphérique	7653^{dm}0	7611^{dm}0
Volume au gazomètre de gauche	70^{div}0	62^{div}4
Volume au gazomètre de droite	13, 5	13, 5
	83, 5	75, 9

Appareil du 3 juillet, même quantité de sel marin.

Volume des œufs.. 119^{cc}

Examen du gaz des gazomètres.

Avant l'expérience.

Détermination de l'acide carbonique.	Gaz du gazomètre....................	60,5	
	Id. après potasse....................	59,0	
		1	2
Détermination de l'oxygène.	Gaz privé d'acide carbonique......	16,0	14,2
	Id. + hydrogène...............	50,8	47,0
	Résidu........................	9,0	10,2

Après l'expérience.

Détermination de l'acide carbonique.	Gaz de l'appareil....................	71,5	
	Id. après potasse....................	68,0	
		1	2
Détermination de l'oxygène.	Gaz privé d'acide carbonique......	14,6	20,0
	Id. + hydrogène...............	47,9	57,2
	Résidu........................	11,0	7,0

Examen du gaz des chambres à air.

Un des œufs (n° 1) est moins dense que l'eau. Ouvert, il paraît avoir subi l'incubation jusqu'au sixième jour et n'est point altéré. L'autre œuf (n° 2) est développé jusqu'au douzième jour; mais il présente plusieurs modifications considérables. (V. le texte, p. 633.)

		Œuf n° 1.	Œuf n° 2.
Détermination de l'acide carbonique.	Gaz............................	24,6	17,80
	Id. après potasse..................	24,4	17,60
Détermination de l'oxygène.	Gaz privé d'acide carbonique.........	13,9	14,36
	Id. + hydrogène....................	30,0	40,00
	Gaz azote........................	22,8	26,60

RÉSULTAT DU CALCUL.

Composition du gaz de l'appareil.

	Avant l'expérience.	Après l'expérience.
Gaz carbonique..................................	0,0248	0,0489
Gaz oxygène..................................	0,8463	0,8007
Gaz azote..................................	0,1289	0,1504

Composition du gaz des chambres à air.

	1er œuf.	2e œuf.
Gaz carbonique	0,0081	0,0112
Gaz oxygène	0,1712	0,9217
Gaz azote	0,8207	0,0671

Volume de gaz à 0 et 760^{dm} de pression barométrique.

Avant l'expérience	1422^{c}
Après l'expérience	1333
Différence ou absorption	89

Composition du gaz en volume et en poids

		Volume.	Poids.
Avant l'expérience.	Gaz carbonique	35^{cc}3	0^{gr}0698
	Gaz oxygène	1203, 4	1, 7329
	Gaz azote	183, 3	0, 2309
Après l'expérience.	Gaz carbonique	65, 0	0, 1295
	Gaz oxygène	1067, 3	1, 5369
	Gaz azote	200, 5	0, 2526

COROLLAIRE.

Gaz oxygène employé	136^{cc}1	0^{gr}1960
Gaz oxygène dans le gaz carbonique	29, 9	0, 0430
Gaz oxygène absorbé	106, 2	0, 1529
Gaz carbonique produit	29, 9	0, 0592
Gaz azote exhalé	17, 2	0, 0216
Carbone dans le gaz carbonique		0, 0161

INCUBATION DANS LE GAZ HYDROGÈNE.

16 JUILLET 1845.

L'appareil est toujours le même que celui qui a servi aux expériences de cette année. Il n'a pu être rempli autrement que par déplacement, et il y est resté de l'air. Cet air n'a pas troublé les résultats négatifs que l'on eût eus avec le gaz hydrogène pur.

2 œufs sont employés à cette expérience. Ils étaient soumis à l'incubation naturelle depuis le 3 juillet, à 7 heures du soir.

L'expérience commence le 16, à 11 h. 30'; elle est terminée le 18, à 6 h. 45' du matin.

DONNÉES EXPÉRIMENTALES.

	Avant l'expérience.	Après l'expérience.
Poids des œufs	105gr000	103gr370
Température de l'étuve	16° 9	19° 0
Température des gazomètres	17, 4	18, 6
Pression barométrique	7618dmm0	7631dmm0
Volume au gazomètre sans robinet	58divr8	48divr5
Volume au gazomètre à robinet	13, 1	13, 2
	71, 9	61, 7

Volume des œufs	102c 0
Volume du sel marin	67, 5

Analyse du gaz de l'appareil.

Avant l'expérience.

	1	2
Gaz de l'appareil une fois rempli	22,4	28,0
Id. + oxygène	43,0	53,5
Résidu	17,7	23,0

Ce gaz est un mélange d'hydrogène et d'air. Il suffisait donc de déterminer le volume de l'hydrogène qu'il contenait.

Après l'expérience.

Détermination	Gaz		61,0
	Id. après potasse		60,0
		1	2
Détermination de l'hydrogène.	Gaz privé d'acide carbonique	32,0	28,3
	Id. + oxygène	50,3	51,0
	Résidu	17,6	21,7
Détermination de l'oxygene.	Résidu précédent	17,6	21,7
	Id. + hydrogene	38,5	50,2
	Résidu	13,8	10,8

Ces analyses ont été faites avec de l'oxygène mêlé d'air, mais

dont le mélange, d'après trois analyses, contenait 0,9383 d'oxygène pur. Il a été tenu compte de cette circonstance dans les calculs.

Analyse du gaz des chambres à air.

Ce gaz ne contient pas d'acide carbonique; il est examiné pour savoir s'il contient de l'hydrogène et de l'oxygène.

Gaz	14,0	23,5	incombustible.
Id. + oxygène	30,3	36,6	*id.*
Id. Id. + hydrogène	40,3	50,1	combustible.
Résidu	26,5	30,6	
Id. + hydrogène	53,8	55,5	
Résidu	14,0	22,0	

De l'hydrogène a été ajouté en premier lieu, pour rendre inflammable le peu d'hydrogène qui aurait pu se trouver dans l'eudiomètre. Il en a encore été ajouté une seconde fois, pour voir si le mélange contenait de l'oxygène.

RÉSULTAT DU CALCUL.

Composition des mélanges gazeux.

	DES GAZOMÈTRES.		DES CHAMBRES À AIR	
	Avant l'expérience.	Après l'expérience.	1	2
Gaz hydrogène	0,7481	0,6746	"	0,0213 ?
Oxygène	0,0524	0,0580	0,1115	0,1872
Azote	0,1995	0,2510	0,8885	0,7915
Gaz carbonique	"	0,0164	"	"

Volume du gaz de l'appareil à 0° et 7600^dm de pression barométrique.

Avant l'expérience	1317
Après l'expérience	1264
Différence ou volume absorbé	53

Composition du gaz en volume et en poids.

		Volume.	Poids.
Avant l'expérience.	Hydrogène	985^cc	0^gr0886
	Oxygène	69	0, 0994
	Azote	263	0, 3314

Après l'expérience.	Hydrogène	853cc	0gr0768
	Oxygène	73	0,1051
	Azote	317	0,3994
	Acide carbonique	21	0,0415

COROLLAIRE.

Hydrogène disparu	132cc
Oxygène en plus	4
Azote en plus	54
Acide carbonique exhalé	21

Ce dernier résultat conduit à penser qu'il est rentré de l'air dans l'appareil. Quoi qu'il en soit, le plus important était de constater l'effet du gaz sur les œufs. (Voir le texte pour le résultat de l'autopsie, p. 632.)

INCUBATION DANS LE GAZ CARBONIQUE.

19 JUILLET 1845.

Trois œufs couvés naturellement depuis le 5 du mois courant sont placés dans l'appareil, que l'on remplit de gaz carbonique par voie de déplacement.

Toutes les mesures sont prises comme dans les expériences précédentes, mais il y a eu une forte absorption de gaz par l'eau des gazomètres, et ces mesures sont ainsi devenues inutiles.

Avant l'expérience le gaz contenait 0,9164 d'acide carbonique.

A la fin de l'expérience, le gaz des chambres à air est soumis à l'analyse par la potasse et le phosphore.

	1	2
Gaz	30,8	45,1
Après potasse	30,3	41.2
Volume après phosphore	25,7	33,4

RESULTAT.

	1	2
Acide carbonique	0,0163	0,0866
Oxygène	0,1493	0,1729
Azote	0,8344	0,7405

L'examen autoptique est consigné dans le texte, p. 632.

EXPÉRIENCES

RELATIVES

AUX FONCTIONS DE LA CHAMBRE A AIR DES ŒUFS DES OISEAUX.

17 JUILLET 1845.

Un œuf couvé artificiellement depuis le 5 juillet, à 7 heures du matin, est placé dans deux sacs de caoutchouc imperméables, qui ne communiquent point entre eux, de telle manière que la partie de la coque correspondant à la chambre à air est complétement contenue dans l'un des sacs, tandis que la pointe de l'œuf est dans l'autre.

L'expérience commence à 5 heures du soir. Le 19, à 8 heures du matin, les sacs paraissent comprimés, par suite d'une diminution dans le volume du gaz qu'ils renferment.

Sac de la chambre à air.

Expérience		Calcul.	
Gaz avant potasse	48,2		
Id. après potasse	47,2	Acide carbonique	0,0207
Id. + hydrogène	40,2	Oxygène	0,0611
(Ce mélange est incombustible.)			
Id. + oxygène	47,2	Azote	0,9182
Résidu	21,8		

Sac de la pointe de l'œuf.

Expérience.		Calcul.	
Gaz avant potasse	49,0		
Id. après potasse	48,0		
I.			
Gaz — acide carbonique	23,0	Acide carbonique	0,0204
Id. hydrogène	35,9	Oxygène	0,1027
Résidu	28,4	Azote	0,8769
II.			
Gaz — acide carbonique	25,7		
Id. + hydrogène	39,7		
Résidu	31,6		

Gaz contenu dans la chambre à air.

Gaz avant potasse	15,6		
Après potasse	15,3	Acide carbonique	0,0193
Id. + hydrogène	25,8	Oxygène	0,1352
(Incombustible.)		Azote	0,8455
Id. après potasse	24,4		

A l'ouverture de l'œuf, on trouve qu'il était développé normalement, mais que l'animal était mort récemment, sans doute par le manque d'air. Tout est en bon état; mais les vaisseaux sont peu apparents; on n'en voit que les gros troncs.

Il est évident que cette expérience a été beaucoup trop prolongée, vu la capacité des sacs : ils ne contenaient chacun qu'environ 12 centimètres cubes d'air.

22 JUILLET 1845.

Deux œufs couvés naturellement depuis le 5 juillet après midi sont introduits et scellés dans des sacs de caoutchouc, un pour chaque extrémité, ne communiquant point entre eux.

Ils sont mis à l'étuve à 1 heure; ils en sont retirés le 24 juillet, à 12 h. 30', et examinés immédiatement.

ŒUF N° 1.

Gaz du sac de la chambre à air.

Expérience.		Calcul.	
Gaz avant potasse	70,0		
Id. après potasse	69,1	Acide carbonique	0,0130
Gaz — acide carbonique	27,0	Oxygène	0,1034
Id. + hydrogène	36,7	Azote	0,8836
Résidu	28,2		

Gaz du sac de la pointe de l'œuf.

Expérience.		Calcul.	
Gaz du sac	70,2		
Id. après potasse	69,5	Acide carbonique	0,0092
Gaz — acide carbonique	19,4	Oxygène	0,0979
Id. + hydrogène	30,1	Azote	0,8929
(Incombustible.)			
Après phosphore	28,2		

Gaz de la chambre à air.

Expérience.		Calcul.	
Gaz avant potasse	21,3	Acide carbonique	0,0142
Id. après potasse	21	Oxygène	0,1281
Id. + hydrogène	29,1	Azote	0,8577
Résidu	20,9		

OEUF N° 2.

Gaz du sac de la chambre à air, 12cc5.

Expérience.		Calcul.	
Gaz du sac	59,5		
Id. après potasse	58,2	Acide carbonique	0,0220
Gaz privé d'acide carbonique	36,2	Oxygène	0,0863
Id. + hydrogène	44,1	Azote	0,8917
Résidu	34,5		

Gaz du sac de la pointe de l'œuf, 13cc3.

Expérience.		Calcul.	
Gaz du sac	53,8		
Id. après potasse	53,0		
1			
Gaz — acide carbonique	19,5		
Id. + hydrogène	"	Acide carbonique	0,0149
(Incombustible.)		Oxygène	0,0751 ?
Id. après phosphore	26,0	Azote	0,9100
2			
Gaz — acide carbonique	33,9		
Id. + hydrogène	42,1		
(Incombustible.)			
Id. après phosphore	39,5		

Gaz de la chambre à air.

Expérience.		Calcul.	
Gaz	25,6	Acide carbonique	0,0157
Id. après potasse	25,2	Oxygène	0,1105
Id. + hydrogène	35,0	Azote	0,8738
Résidu	26,5		

Œuf n° 1. Membrane interne de la chambre à air, couleur cerise. Poulet mort, très-avancé dans son évolution, n'a dû vivre que très-peu de temps après le commencement de l'expérience. Vaisseaux en partie disparus. Les gros sont injectés.

Œuf n° 2. Comme le précédent.

RÉSULTATS DE L'INCINÉRATION DES ŒUFS DE POULE.

Combustion des œufs de poule avant et pendant l'incubation.

A	Matière sèche	10gr	5gr000	5gr000
	Résidu	1,793	0,880	0,860
B	Matière sèche	10,000	5,000	5,000
	Résidu	1,851	0,810	0,900
C	Matière sèche	10,000	5,000	5,000
	Résidu	1,783	0,870	0,845
D	Matière sèche	10,000	5,000	5,000
	Résidu	1,660	0,810	0,765

A	B	C	D
0,1793	0,1851	0,1783	0,1660
0,1760	0,1620	0,1740	0,1620
0,1702	0,1800	0,1690	0,1530
0,5273	0,5271	0,5213	0,4810

Moyenne	A	0,1757
	B	0,1754
	C	0,1737
	D	0,1603

Produits obtenus des œufs après les avoir détruits par l'azotate hydrique.

	Phosphate de chaux.	Carbonate de chaux.	Acide sulfurique.	Soufre.
OEufs non couvés	0,0339	0,1532	0,00648	0,00258
OEufs couvés pendant 18 jours	0,401	0,2201[1]	indices	indices.

L'œuf desséché est pris comme unité.

REPTILES.

INCUBATION DANS L'AIR LIMITÉ.

ŒUFS DE COULEUVRE À COLLIER.

21 JUILLET 1845.

Le 20 juillet, dix œufs de couleuvre à collier ont été placés dans un vase semblable à celui représenté par la figure 2 de la planche XXVI, et le tout a été introduit dans un appareil à courant comme celui de la figure 1re de la même planche, muni d'un condensateur de Liebig contenant de l'eau de baryte, afin de s'assurer qu'ils donnaient de l'acide carbonique. L'expérience ayant réussi dans ce sens, le lendemain les mêmes œufs ont été introduits dans un appareil à gazomètre (pl. XVII), dans lequel on a supprimé les vases à chlorure calcique, afin de ne point dessécher l'air.

L'étuve a été entretenue à + 30 degrés jusqu'au 22, jour où l'on a terminé l'expérience.

DONNÉES EXPÉRIMENTALES.

Poids des œufs.	Avant l'expérience......................	31gr081
	Après l'expérience......................	30, 535

Désirant ne faire marcher l'expérience que pendant peu de temps, nous avons cru utile de faire l'analyse de l'air du labora-

[1] L'augmentation très-considérable du phosphate et du carbonate calcique pourrait être due à une inégale répartition de la coquille dans les deux expériences, et aussi, à ce que les œufs n'étaient point identiques; mais le rapport du phosphate au carbonate n'est pas le même dans les deux cas, et il doit y avoir une autre cause qui a pu produire la différence obtenue.

toire, pour qu'elle servît de terme de comparaison. En voici le résultat :

Air	34,5	D'où oxygène	0,2087
Id. + hydrogène	52,0		
Résidu	30,4		

Analyse de l'air du gazomètre à la fin de l'expérience.

Air	93,6	D'où acide carbonique	0,0085
Id. après potasse	92,8		
DIFFÉRENCE	0,8		
Air privé d'acide carbonique	36	D'où oxygène	0,1850
Id. hydrogène	67		
Résidu	47		

Composition de l'air du gazomètre à la fin de l'expérience.

Acide carbonique	0,0085
Oxygène	0,1834
Azote	0,8081

Cette expérience, ainsi que celles qui ont été faites sur les œufs des oiseaux, indique une absorption d'oxygène et une exhalation d'eau et d'acide carbonique.

23 JUILLET 1845.

L'incubation a lieu dans l'air; l'appareil est le même que celui qui a servi aux expériences de la même année.

L'étuve est allumée à midi 35 minutes; on l'éteint le 25, à 11 heures du matin.

DONNÉES EXPÉRIMENTALES.

	Avant l'expérience.	Après l'expérience.
22 œufs pèsent ensemble	100gr35	88gr97
Température de l'étuve	20° 2	21° 8
Température des gazomètres	17, 9	20, 8
Volume au gazomètre à robinet	30div0	9div0
Volume au gazomètre sans robinet	124, 2	115, 0
	154, 2	144, 0

Volume des œufs	88cc5
Volume du sel marin	15, 0

Examen du gaz de l'appareil après l'expérience.

Expérience..	Gaz..............	68,7	Résultat.	Acide carbonique	0,0640
	Gaz après potasse....	65,0		Oxygène.......	0,0887
	Gaz après phosphore.	58,9		Azote.........	0,8473

RÉSULTAT DU CALCUL.

Volume du gaz réduit à 0° et à 76c de pression barométrique......	Avant l'expérience.............	2191^{cc}
	Après l'expérience..............	2081
Différence ou absorption.......................................		110

Composition du gaz de l'appareil en volume et en poids.

Avant l'expérience.

	Volume.	Poids.
Oxygène........................	456^{cc}	0^{gr}6566
Azote..........................	1735	2,1861
Gaz carbonique....................	133^{cc}	0^{gr}2633
Gaz oxygène......................	185	0,2664
Gaz azote.......................	1765	2,2214

COROLLAIRE.

Gaz oxygène employé...............	271^{cc}	0^{gr}3902
Gaz oxygène dans le gaz carbonique....	133	0, 1915
Gaz oxygène absorbé................	138	0, 1976
Gaz azote exhalé....................	28	0, 0353

EXPLICATION DES PLANCHES.

PLANCHE I.

GRENOUILLE VERTE.

Constitution de l'œuf avant et après la fécondation, et développement du têtard.

Fig. 0. Granulations vitellines avant la fécondation.
Fig. 1. Œuf de grandeur naturelle fécondé.
Fig. 1ª. Cercle anal au centre du vitellus grossi.
Fig. 1ᵇ. Granulations vitellines après la fécondation.
Fig. 2. Développement des masses latérales du rachis.
Fig. 3. Degré plus avancé de ce même développement.
Fig. 4. Région céphalique du têtard.
Fig. 5. Région anale sur le même œuf retourné.
Fig. 6. Région dorsale d'un têtard plus développé, en avant de laquelle on voit l'abdomen.
Fig. 7. Même partie vue de profil. Ici le jaune indique l'étendue de l'abdomen.
Fig. 8. Masses latérales du rachis soudées entre elles. La région ventrale est en dessous.
Fig. 9. Mêmes parties vues de profil pour montrer l'ébauche de la tête et l'étendue de l'abdomen.
Fig. 10. Têtard plus développé vu par la région abdominale. A cette époque, le petit animal tourne sans cesse sur son axe, de gauche à droite, dans le liquide que renferme la membrane chalazique, faisant ici les fonctions de l'amnios.
Fig. 11. Le même têtard vu par la région dorsale.
Fig. 12. Têtard vu de profil et plus avancé dans son développement. A cette époque l'animal se meut dans le sens de son axe en tournant de droite à gauche.

Fig. 12ᶜ. Granulations de la substance rachidienne du têtard en question.

Fig. 12ᵇ. Granulations contenues dans la région abdominale de ce même têtard.

Fig. 13. Têtard plus développé. On aperçoit quelques mouvements volontaires de l'animal.

Fig. 13ᵃ. Encéphale de ce têtard.

Fig. 13ᵇ. Même partie vue de profil.

Fig. 13ᶜ. Globules sphériques de la substance médullaire.

Fig. 13ᵈ. Globules du sang du même têtard.

Fig. 13ᵉ. Globules du sang de la grenouille adulte pour servir de terme de comparaison avec les précédents.

Fig. 14. Globules du sang de l'homme vus comparativement au même grossissement, afin d'établir la différence de forme et de volume.

Fig. 15. Têtard sur le point de sortir de son enveloppe. A cette époque du développement, le petit animal exécute de violents mouvements, afin de rompre son enveloppe protectrice.

Fig. 16. Têtard sorti de l'œuf et dessiné dans la position qu'il garde pendant quelques heures, au fond de l'eau, après les efforts qu'il a faits pour sortir de ses enveloppes.

PLANCHE II.

CRAPAUD COMMUN.

Constitution de l'œuf avant et après la fécondation, et développement du têtard.

Fig. 1. Œufs pris au moment de la ponte.

a. Sphère muqueuse ne contenant pas d'œuf. Les points noirs, qui constituent les œufs, et les cercles qui les entourent, sont, pour la plupart, indiqués au trait seulement.

Fig. 2. Rapports du vitellus et de la membrane vitelline avec les membranes accessoires.

a. Granulations vitellines non fécondées.

b. Membrane vitelline.

c. Première enveloppe muqueuse fournie par l'oviducte.

d. Seconde enveloppe ayant la même origine.

e. Troisième enveloppe fournie également par l'oviducte.

Fig. 3. Granulations vitellines d'un œuf pris dans l'ovaire.

Fig. 4. Côté gauche : granulations trouvées dans le canal alimentaire; côté droit : détritus amorphe recueilli après la défécation.

Fig. 5 et 6. Têtards contenus dans les membranes de l'œuf et sur le point d'en sortir.

Fig. 7 et 8. Mêmes têtards sortis de l'œuf.

Fig. 9. Disposition de la bouche du jeune têtard vue de face.

Fig. 10 et 14. Formation de la ligne médiane de l'embryon, développement de l'encéphale et de l'abdomen, comme chez le têtard de la grenouille verte.

Fig. 12. Disposition des granulations vitellines prises sur l'œuf fécondé et au moment de la formation de la ligne médiane.

Fig. 11 et 16. Développement plus avancé du têtard.

Fig. 13. Granulations vitellines qui correspondent à ce degré de développement.

Fig. 15. Têtard qui commence à exécuter des mouvements de rotation de gauche à droite.

PLANCHE III.

POULE COMMUNE.

Constitution de l'œuf avant et après la fécondation.

Fig. 1. Portion de l'ovaire grossi et fendu pour mieux voir les grains ovariens.

Fig. 2. Disposition des vaisseaux du calice et du stigma de grandeur naturelle.

Fig. 3. Disposition des deux couches de vaisseaux qui entrent dans la composition du calice.

Fig. 4. Surface villeuse et vasculaire de la partie interne du calice vue à un fort grossissement.

Fig. 5 et 6. Houppes villeuses grossies pour faire voir le mode de terminaison des vaisseaux du calice.

Fig. 7. Portion de la membrane vitelline, vue par sa face interne, sur laquelle se trouve la cicatricule du germe. Celle-ci est composée de la vésicule germinative placée au centre du disque prolifère, qui est limité par un cercle transparent. La couche granuleuse de la membrane vitelline vient après.

Fig. 8. Calice encore ouvert à l'endroit du stigma, de grandeur naturelle.

Fig. 9. Granulations de la substance visqueuse trouvée dans le calice et rendues visibles à l'aide de la baryte.

Fig. 10. Granulations vitellines réunies sous forme de membranes. Ces trois espèces de calottes superposées limitent, dans l'œuf, le disque prolifère où se développe le blastoderme.

Fig. 11. Arrangement des globules contenus dans la vésicule germinative vus à un fort grossissement.

Fig. 12. Œuf fécondé trouvé dans la partie inférieure du cloaque.

Fig. 12'. Disposition des globules vitellins.

Fig. 12''. Granulations vitellines du même œuf, vues à un grossissement plus faible.

PLANCHE IV.

POULE COMMUNE.

Circulation primitive d'un embryon au troisième jour de l'incubation.

Fig. 1. Aire vasculaire de grandeur naturelle.

Fig. 1'. Même fig. grossie. La veine primigéniale, la veine caudale et les veines latérales ou vitellines permanentes, sont indiquées par la couleur rouge; le cœur, l'aorte et les artères latérales de l'aire vasculaire sont en violet. Tout ce système vasculaire est comparable à celui qu'on remarque sur la vésicule ombilicale des mammifères, et qui constitue, après la

naissance, la circulation omphalo-mésentérique de l'embryon.

Fig. 2 à 6. Le cœur du poulet à ses divers degrés de développement. Les fibres charnus de cet organe apparaissent dans l'épaisseur des parois du vaisseau recourbé; ébauche du cœur, du troisième ou quatrième jour de l'incubation (fig. 3).

PLANCHE V.

POULE COMMUNE.

Formation des vaisseaux et développement du poulet.

Fig. 1. Aire transparente et aire vasculaire, observées vers la trente-septième heure de l'incubation. Sur la partie transparente on voit, au centre, la disposition du double cordon encéphalique, flanqué déjà à droite et à gauche des corps vertébraux à l'état rudimentaire, et sur les côtés une multitude de granulations vitellines très-fines, qui se groupent et se serrent les unes contre les autres pour entrer, en se métamorphosant, dans la composition des organes.

Les globules du sang, mis en mouvement par le vaisseau cardiaque, tracent l'aire vasculaire en écartant les vésicules graisseuses contenues dans un double feuillet du blastoderme. Plus tard seulement ce trajet sera limité par de véritables parois vasculaires.

Fig. 2. Disposition du capuchon céphalique. L'embryon est au deuxième jour de l'incubation; il est placé sous la membrane vitelline, et sa tête s'engage sous un repli vitellin qui constituera plus tard, avec le capuchon caudal, la membrane de l'amnios à double feuillet.

Fig. 3. L'embryon, au troisième jour de l'incubation, pour montrer que le capuchon céphalique forme déjà une espèce de sac dans lequel sont engagées la tête et la région cardiaque du futur poulet.

Fig. 4. Embryon au septième jour de l'incubation, faisant connaître ses rapports avec le vitellus et avec les membranes qui l'enveloppent.

a membrane chalazifère dégagée de dessus le petit poulet.

b vitellus et membrane vitelline qui recouvre le feuillet vasculaire du blastoderme.

c sac amniotique à peine soulevé par le liquide qu'il contient.

d allantoïde vasculaire isolée et plissée, tenant au cloaque par son pédicule.

Fig. 5. Embryon au sixième jour de l'incubation; la membrane des chalazes est incisée pour montrer plus distinctement la disposition et les rapports de l'allantoïde.

Fig. 6. Disposition du capuchon céphalique sur un embryon arrivé au troisième jour de l'incubation.

Fig. 7. Embryon de trois jours et demi vu du côté qui correspond au jaune pour montrer la disposition des vaisseaux et les rapports de l'allantoïde,

Fig. 8. Embryon de quatre jours et demi sur lequel on voit l'origine des vaisseaux allantoïdiens.

Fig. 9. Embryon de cinq jours et demi en rapport avec l'allantoïde et les vaisseaux vitellins, disposés en forme de lyre.

PLANCHE VI.

POULE COMMUNE.

Disposition de l'allantoïde, circulation générale du sang chez le poulet au quinzième jour de l'incubation.

Fig. 1. Embryon de onze jours révolus, couché sur le vitellus qu'il déprime, et renfermé dans l'amnios distendu par du liquide transparent. On voit en haut de cette figure une échancrure formée par l'amnios à l'endroit qui correspond à l'ouverture ombilicale. C'est par cette échancrure que passent le pédoncule allantoïdien et ses vaisseaux : ces parties sont placées sous la membrane vitelline qu'elles soulèvent, et par conséquent dans un repli de celle-ci, que l'on peut apercevoir sur la partie inférieure de l'ovoïde. Les quatre

mamelons qu'on y observe peuvent être comparés aux rebords libres d'une bourse qui serait presque fermée.

Fig. 2. Embryon de douze jours. Ici l'allantoïde a envahi toutes les parties de l'œuf, s'est portée sur l'amnios, le vitellus et l'albumen, et s'est affrontée très-exactement vers le petit bout de l'ovoïde, de manière à contenir toutes les parties molles de l'œuf, à l'exception toutefois des membranes de la chambre à air, restées en dehors du double feuillet allantoïdien.

Fig. 3. Disposition générale de la circulation du sang chez un embryon de quinze jours; les vaisseaux et les autres organes du poulet sont de grandeur naturelle et copiés, d'après nature, avec la plus grande exactitude.

Le cœur et les vaisseaux qui en partent sont indiqués par la couleur violette, pour montrer qu'ils contiennent du sang mélangé. L'aorte ventrale, après avoir fourni le tronc cœliaque se bifurque et va, d'une part, au vitellus, de l'autre à l'allantoïde; le volume respectif de ces vaisseaux indique de quelle manière se fait la répartition du sang dans les organes. Les troncs et les branches vasculaires colorées en vert constituent le système de la veine porte. Le gros vaisseau, qui est d'un rouge vif et qui se ramifie à l'infini sur l'allantoïde (*a*), transmet *directement* au cœur le sang artériélisé; à ce point de vue physiologique il est l'analogue de la veine ombilicale des mammifères. Les veines vitellines ensuite, en transportant les matériaux de nutrition dans le tronc de la veine porte, complètent, chez le poulet, la fonction complexe de la veine ombilicale des mammifères. La différence des deux circulations fœtales tient à ce qu'il y a chez le poulet une anastomose très-large établie entre la veine cave inférieure et la veine porte, et à ce que la veine allantoïdienne ne donne ni branches au foie ni d'anastomose au système de la veine porte. *b* est le vitellus; — *c*, l'albumen; — *d*, l'ouverture du cloaque; — *e*, la poche de Fabricius; — *f*, les testicules; — *g*, l'estomac; — *h*, le pédoncule vitellin qui fait communiquer la cavité intestinale avec la poche vasculaire du villus; — *i*, la rate.

Fig. 3, *a' a*, artères pulmonaires rudimentaires; — *b*, le cœur; — *c*, le canal artériel gauche; — *d*, le canal artériel droit; ces deux vaisseaux sont les analogues des deux crosses aortiques des reptiles; — *e*, la crosse permanente de l'aorte; — *f*, l'aorte descendante.

PLANCHE VII.

POULET AU MOMENT DE LA NAISSANCE.

Fig. 1. Cicatricule ombilicale au vingt et unième jour; elle est presque oblitérée. Les vaisseaux allantoïdiens, à l'état d'atrophie, la traversent encore.

Fig. 2. Même poulet, examiné le jour de l'éclosion. Les parois abdominales ont été incisées pour montrer la masse vitelline et les vaisseaux vitellins qui s'étaient logés dans la cavité de l'abdomen en passant par l'ouverture ombilicale. Cette espèce de réduction herniaire se fait ordinairement du dix-huitième au vingtième jour de l'incubation, et constitue l'un des phénomènes les plus remarquables de l'embryologie chez les oiseaux.

PLANCHE VIII.

POULE COMMUNE.

Coupe théorique d'un œuf grossi.

N° 1. Membrane épidermoïde de la coque.

N° 2. Coque.

N° 3. Membrane externe de la chambre à air : elle tapisse la face interne de la coque.

N° 4. Membrane interne de la chambre à air : elle est en partie adossée à la précédente.

N° 4'. Chambre à air.

N° 5. Membrane de l'albumen condensé : entre elle et la membrane de la chambre à air se trouve l'albumen liquide.

N° 6. Membrane des chalazes.

N° 6'. Chalazes; leur enroulement se fait toujours, pour chacune

d'elles, dans un sens opposé, absolument comme cela arrive quand on veut tordre du linge qui est mouillé.

N° 7. Membrane vitelline.

N° 8. Vésicule germinative.

PLANCHE IX.

POULE COMMUNE.

Coupe théorique d'un œuf grossi.

N° 6. Une des chalazes, l'autre se trouvant du côté opposé

N° 8. Cicatricule blastodermique sur laquelle l'aire vasculaire se dessine.

N° 9. Couche granuleuse interne de la membrane vitelline, que quelques auteurs regardent à tort comme faisant partie du blastoderme.

PLANCHE X.

POULE COMMUNE.

Coupe théorique d'un œuf grossi.

N° 8. Germe plus développé faisant déjà saillie sur le vitellus.

N° 10. Veine primigéniale contenue dans deux lames du feuillet vasculaire du blastoderme, s'étendant de plus en plus sous la membrane vitelline, à la place de la couche granuleuse qui la tapisse.

La membrane chalazique est soulevée en même temps que la membrane vitelline, dont elle ne suit pas très-exactement les contours.

PLANCHE XI.

POULE COMMUNE.

Coupe théorique d'un œuf grossi.

N° 8. Embryon commençant à se dessiner.

N° 11. Repli de la membrane vitelline tendant à former les capu-

chons céphalique et caudal. A cette époque du développement on remarque que la région céphalique surtout, qui s'est le plus élevée au-dessus de la sphère vitelline, déprime le vitellus et s'engage sous un repli de sa membrane. C'est ce repli 11 qui commence à se dessiner aux deux extrémités de l'arc embryonnaire. En même temps que ces capuchons céphalique et caudal doublés du feuillet séreux du blastoderme s'établissent, l'aire vasculaire s'étend de plus en plus à la place de la couche granuleuse du vitellus.

PLANCHE XII.

POULE COMMUNE.

Coupe théorique d'un œuf grossi.

N° 8. Embryon plus développé déprimant de plus en plus le vitellus pour s'y loger.

N° 12. Replis des capuchons céphalique et caudal sur le point de se joindre et constituant l'ombilic de l'amnios.

N° 13. Origine de l'allantoïde correspondant au cloaque ou extrémité rectale.

Ici les replis dont il a été question, planche XI, se sont portés sur l'embryon en allant à la rencontre l'un de l'autre. Le petit espace qui les sépare encore, et qui a été appelé *ombilic de l'amnios*, disparaît très-promptement quand l'évolution embryonnaire marche régulièrement.

L'allantoïde apparaît au moment où l'aire vasculaire se métamorphose. Elle remplace l'organe respiratoire vitellin, dont la fonction s'amoindrit par la disparition des veines primigéniales céphalique et caudale.

PLANCHE XIII.

POULE COMMUNE.

Coupe théorique d'un œuf grossi.

N° 8. Embryon plus développé que sur la planche précédente. La veine primigéniale n'existe plus; les artères et les veines

vitellines sont arrivées à leur maximum de développement et constituent le cercle vitellin n° 15.

N° 13. Allantoïde plus développée poussant devant elle la membrane vitelline et la membrane des chalazes; non pas, comme quelques auteurs l'ont dit et figuré, entre les deux lames des capuchons caudal et céphalique, mais bien dans un autre repli vitellin qui embrasse les précédents. Dans le premier cas, en effet, on ne trouverait qu'un feuillet simple pour la paroi libre de l'amnios, quand en réalité elle en a deux.

N° 14. Cavité de l'amnios qui s'agrandit de plus en plus par l'accumulation successive d'un liquide transparent ou amniotique.

PLANCHE XIV.

POULE COMMUNE.

Coupe théorique d'un œuf grossi.

N° 8. Embryon de onze jours, relevé sur le côté pour montrer le cordon ombilical composé des vaisseaux vitellins et du pédicule de l'allantoïde.

N° 12. Point de suture des parois de l'amnios à double feuillet vitellin.

N° 13. Allantoïde très-développée ayant repoussé devant elle la membrane vitelline, la membrane des chalazes, et la membrane de l'albumen externe, pour gagner la face interne de la coque et se mettre ainsi en contact immédiat avec les porosités de celle-ci.

N° 14. Cavité de l'amnios agrandie par l'accumulation du liquide amniotique.

En bas de l'ovoïde on voit le point où la jonction de l'allantoïde doit s'opérer afin de renfermer dans son double feuillet vasculaire l'albumen condensé qui était resté refoulé vers le petit bout de l'œuf. Toutes les parties qui entrent dans la composition de l'œuf, à l'exception des membranes de la chambre à air et de la coque, se trouvent ainsi renfermées, le treizième jour de l'incubation, dans un sac sans ouverture. Le même mode de fermeture de l'allantoïde s'observe aussi, comme nous l'avons vu, pour l'amnios, et c'est encore ainsi que la caduque se comporte pour entourer et clore de toute part le produit de la conception.

PLANCHE XV.

Fig. 1. Appareil à courant constant.

L'air marche de gauche à droite.

A. Partie de l'appareil où l'air perd l'humidité et l'acide carbonique qu'il contient.

B. Étuve à triple enceinte chauffée par des veilleuses, où se trouve une cloche contenant des œufs suspendus dans un panier de laiton et un thermomètre contenu dans un flacon qui le maintient en place.

C. Tubes collecteurs destinés à recueillir l'eau et l'acide carbonique provenant de l'incubation.

D. Vase aspirateur jaugé et muni d'un thermomètre. C'est en laissant écouler l'eau contenue dans ce vase que l'on détermine un courant d'air qui traverse tout l'appareil.

Fig. 2. Étuve en tôle de fer contenant des œufs, un thermomètre et un vase plat à sel marin.

Fig. 3. Étuve précédente contenant une éprouvette horizontale au lieu d'une cloche verticale.

Fig. 4. Étuve précédente contenant une éprouvette mise en communication avec un manomètre pour reconnaître la diminution du volume de l'air mis en contact avec des œufs soumis à l'incubation.

PLANCHE XVI.

Fig. 1. Appareil à courant constant employé pour démontrer la production de l'acide carbonique pendant l'incubation, en faisant passer l'air sur des œufs soumis à l'incubation, puis dans un condenseur de Liebig contenant de l'eau de baryte, où il se forme un carbonate de cette base.

A. Partie de l'appareil où l'air perd l'acide carbonique qu'il contient normalement.

B. Large tube contenant des œufs d'*Helix hortensis* déposés sur du sable siliceux humide.

C. Condenseur de Liebig.

D. Vase aspirateur fonctionnant comme celui de la planche XV.

Fig. 2. Disposition du vase contenant les œufs de la couleuvre à collier, qui furent soumis à l'incubation dans l'appareil indiqué planches XV et XVII.

Fig. 3. Vase ou instrument employé pour déterminer le volume de l'air contenu dans un appareil complet et si compliqué qu'il soit.

Fig. 4. Appareil employé pour étudier l'influence de l'air atmosphérique sur les œufs des batraciens et sur les jeunes têtards de grenouilles.

PLANCHE XVII.

Appareil à courant alternatif.

L'air peut passer du gazomètre C dans le gazomètre C′ en traversant tout l'appareil, et retourner dans le gazomètre C par une direction inverse.

A. Étuve fermée.

BB. Éprouvettes contenant un corps hygroscopique pour dessécher l'air.

CC′. Gazomètres.

DD. Supports ou montants portant deux poulies dont la hauteur peut être réglée à volonté. Dans les gorges de ces poulies passe une corde de soie qui porte un gazomètre à chacune de ses extrémités : en faisant descendre un gazomètre, l'autre monte, de telle manière que l'air qui s'échappe du premier passe dans le second.

PLANCHE XVIII.

Appareil à courant alternatif complet.

Cet appareil ne diffère du précédent que par une suite de tubes collecteurs destinés à recueillir l'eau et l'acide carbonique provenant des œufs soumis à l'incubation dans l'intérieur de l'étuve.

(Voir les détails de l'expérience.)



Martin St Ange pinx.   N. Rémond Impr.   J.P. Visto sc.

CONSTITUTION DE L'ŒUF DE LA GRENOUILLE VERTE AVANT ET APRÈS LA FÉCONDATION.

(Par M.M. Baudrimont et Martin St Ange)



CONSTITUTION DE L'ŒUF DU CRAPAUD COMMUN AVANT ET APRÈS LA FÉCONDATION

(Par M.M. Baudrimont et Martin St Ange)



Martin St Ange pinx. V. Lemond lith.

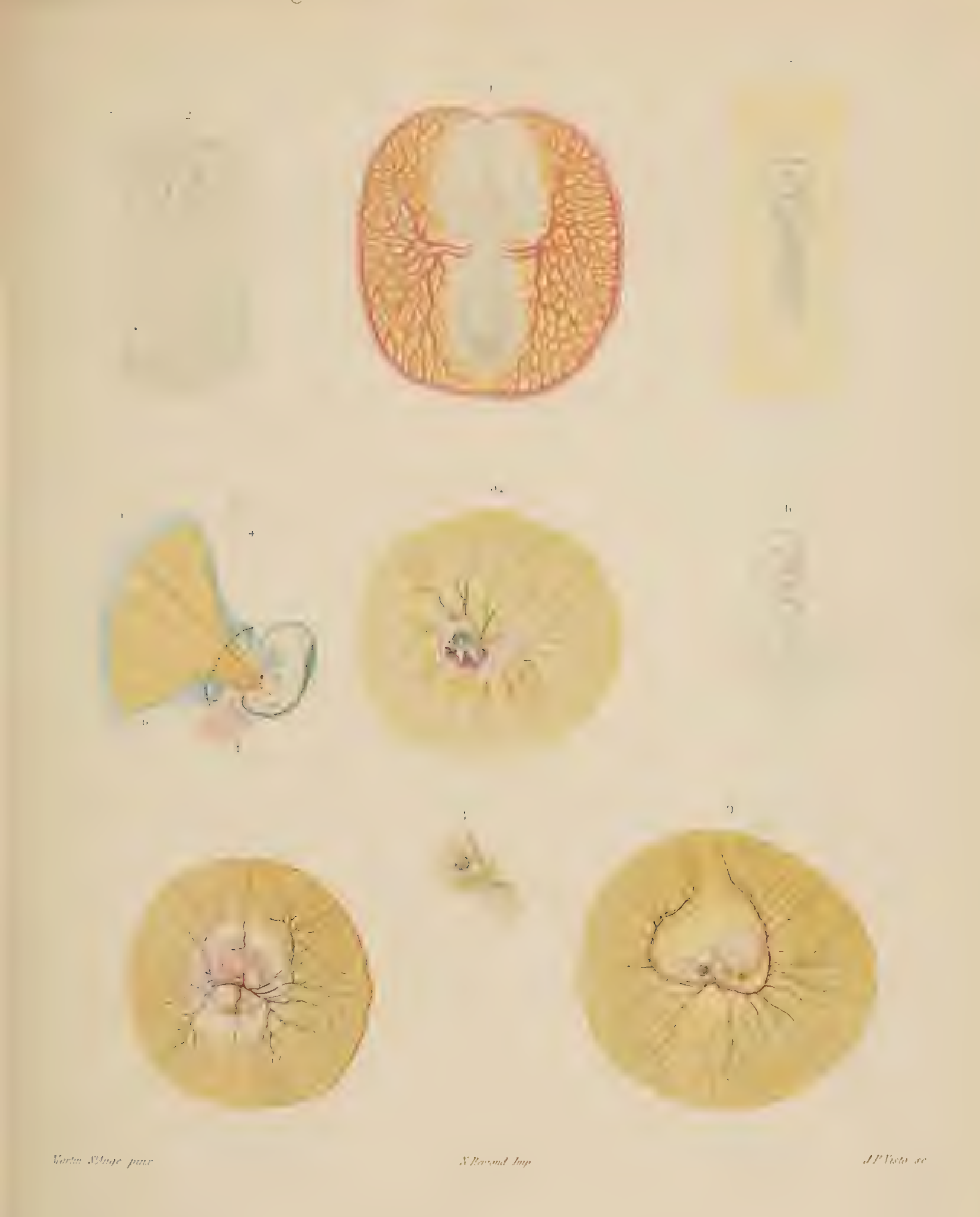
CONSTITUTION DE L'ŒUF DE LA POULE AVANT ET APRES LA FECONDATION

MM Baudrimont et Martin St Ange.



CIRCULATION PRIMITIVE DU SANG, CHEZ UN POULET AU 3E JR DE L'INCUBATION.

(Par M M. Baudrimont et Martin St Ange.)



Martin St Ange pinx. N Rémond Imp. J.P Visto sc.

FORMATION DES VAISSEAUX ET DÉVELOPPEMENT DU POULET.

(Par M.M. Baudrimont et Martin St Ange)



Martin S.t Ange pinx.   A. Remond Imp.   J. P. Visto sc.

DISPOSITION DE L'ALLANTOIDE, CIRCULATION GÉNÉRALE DU SANG CHEZ LE POULET AU 15E JR DE L'INCUBATION.

(Par M.M. Baudrimont et Martin S.t Ange)

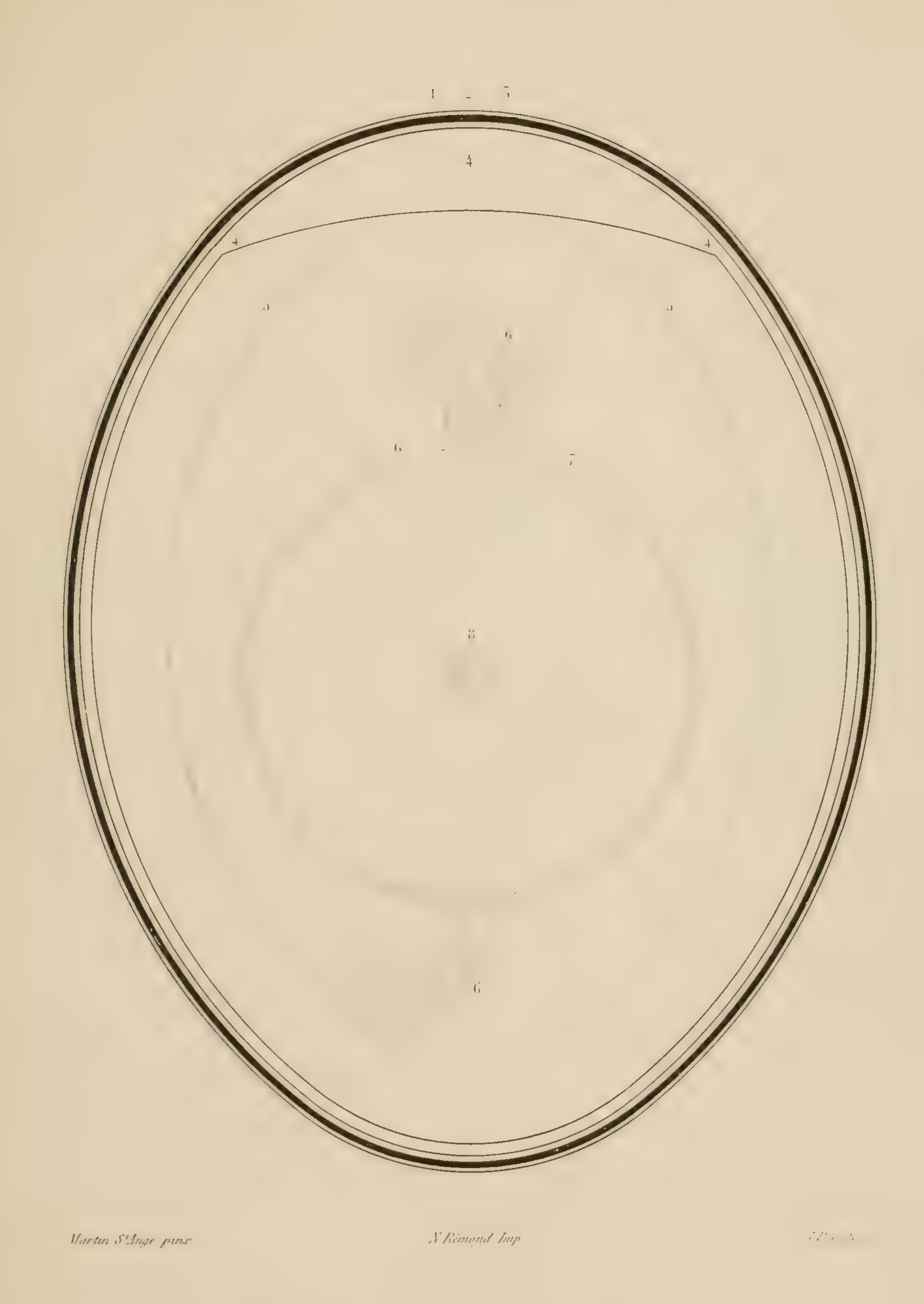
1

2

Martin St Ange pinx.

CICATRICULE OMBILICALE, VITELLUS CONTENU DANS L'ABDOMEN LE 21e J^r DE L'INCUBATION

(Par MM. Baudrimont et Martin St Ange)

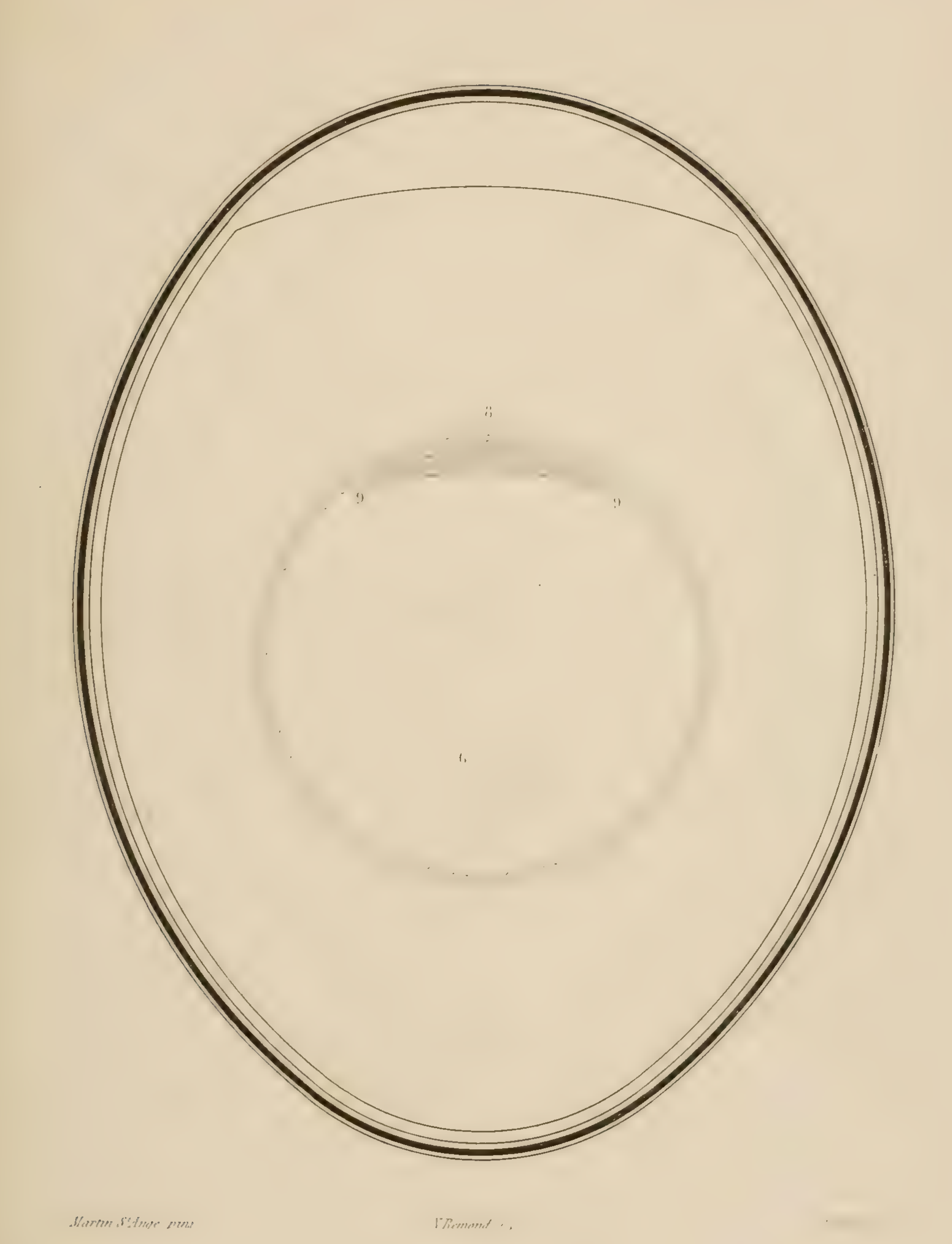


Martin St Ange pinx. *N. Rémond Imp.*

COUPE THEORIQUE D'UN ŒUF DE POULE GROSSI

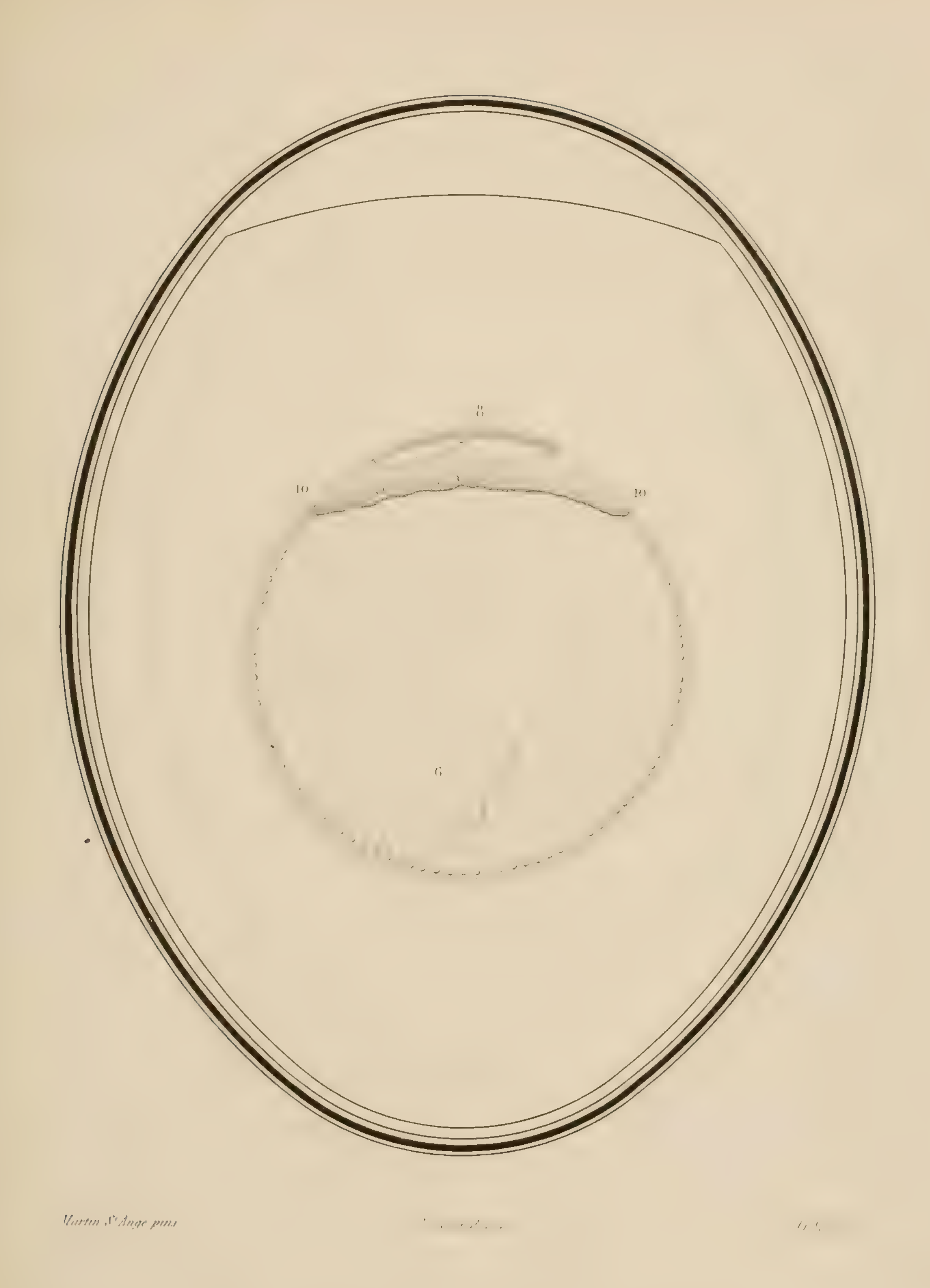
Par M.M. Baudrimont et Martin





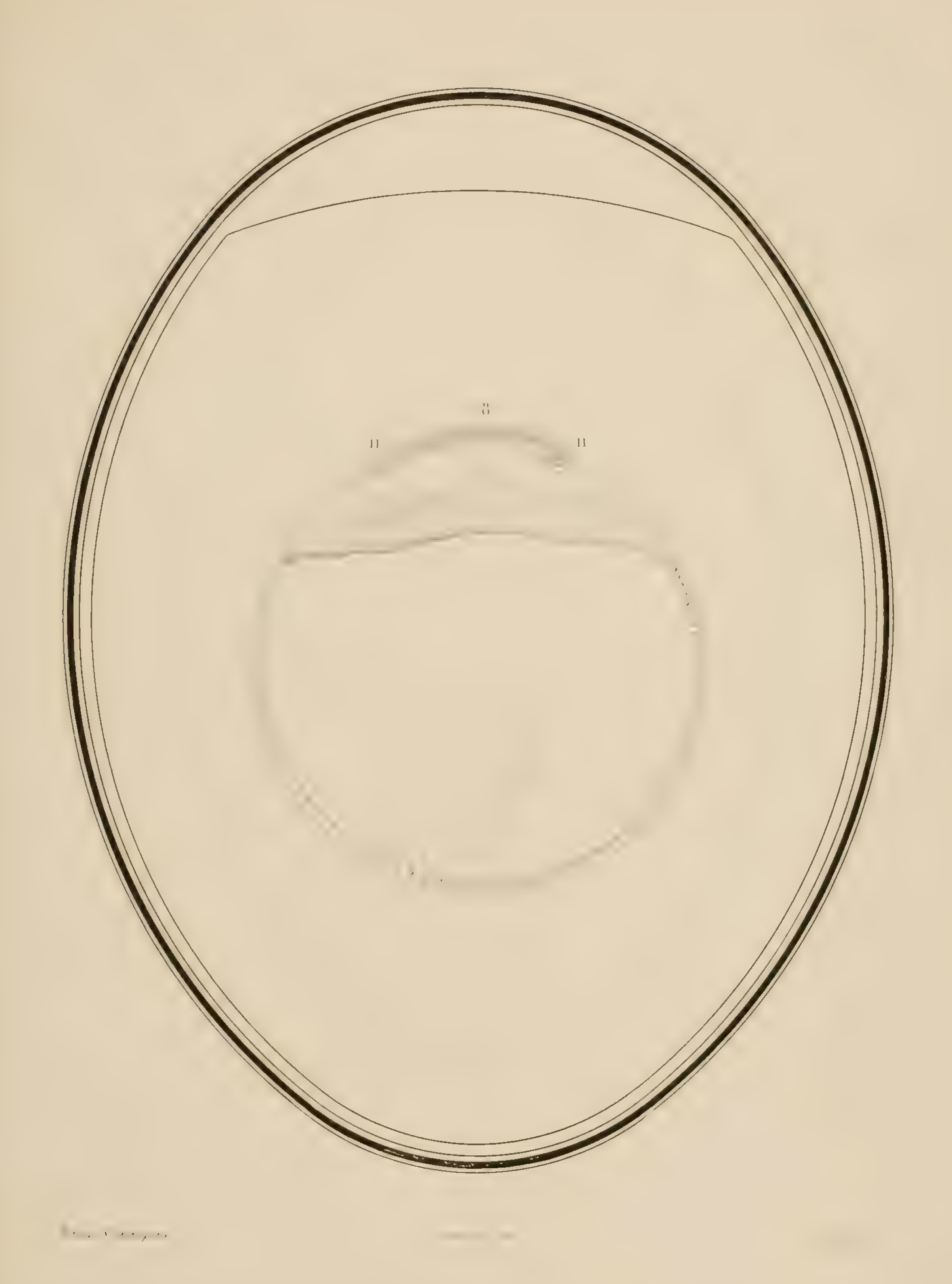
Martin St Ange pinx *V. Remond*

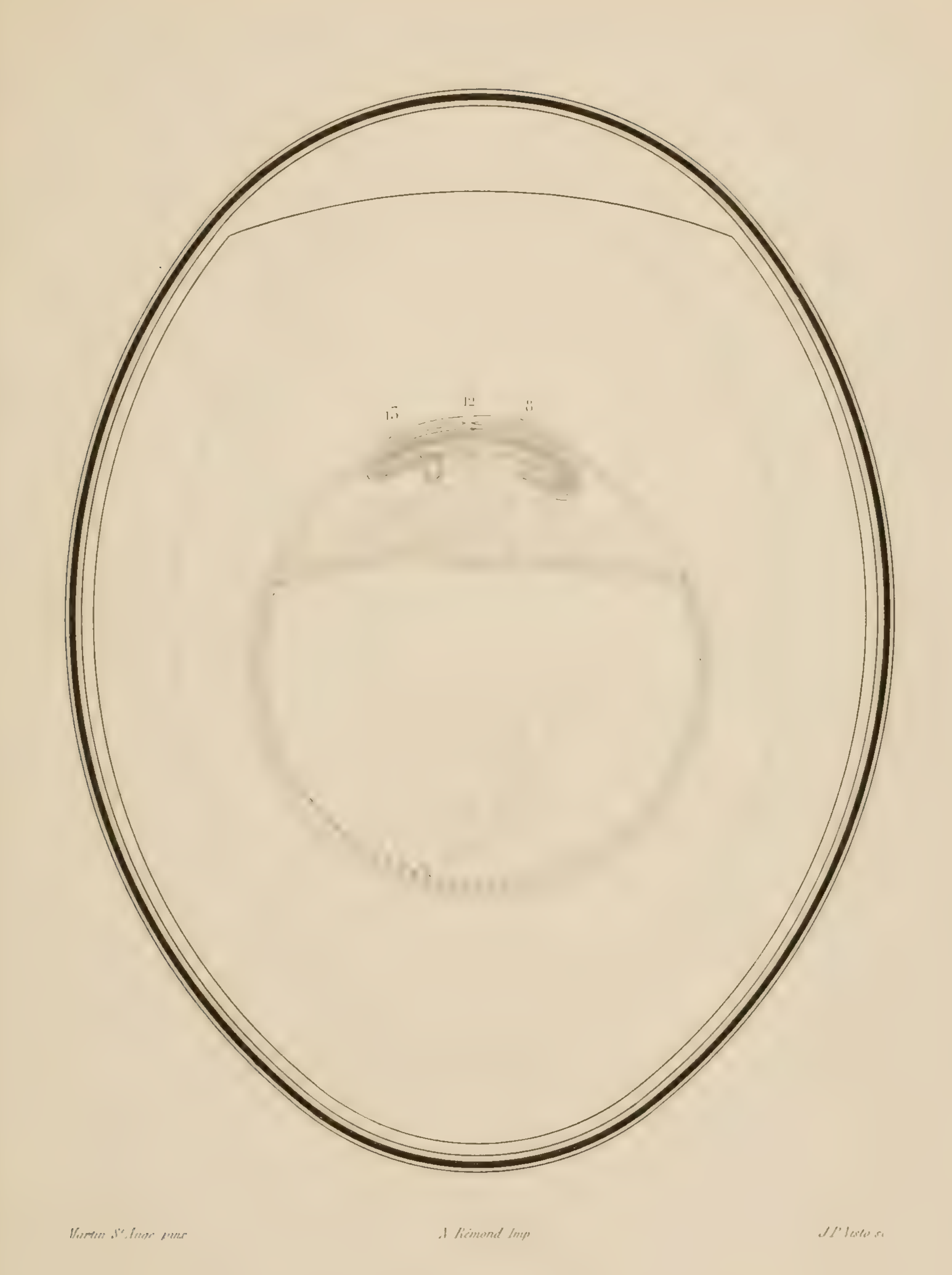
COUPE THEORIQUE D'UN ŒUF DE POULE GROSSI



Martin S[t] Ange pinx

COUPE THÉORIQUE D'UN ŒUF DE POULE GROSSI





Martin S.t Ange pinx. A. Rémond Imp. J. P. Visto sc.

COUPE THEORIQUE D'UN ŒUF DE POULE GROSSI

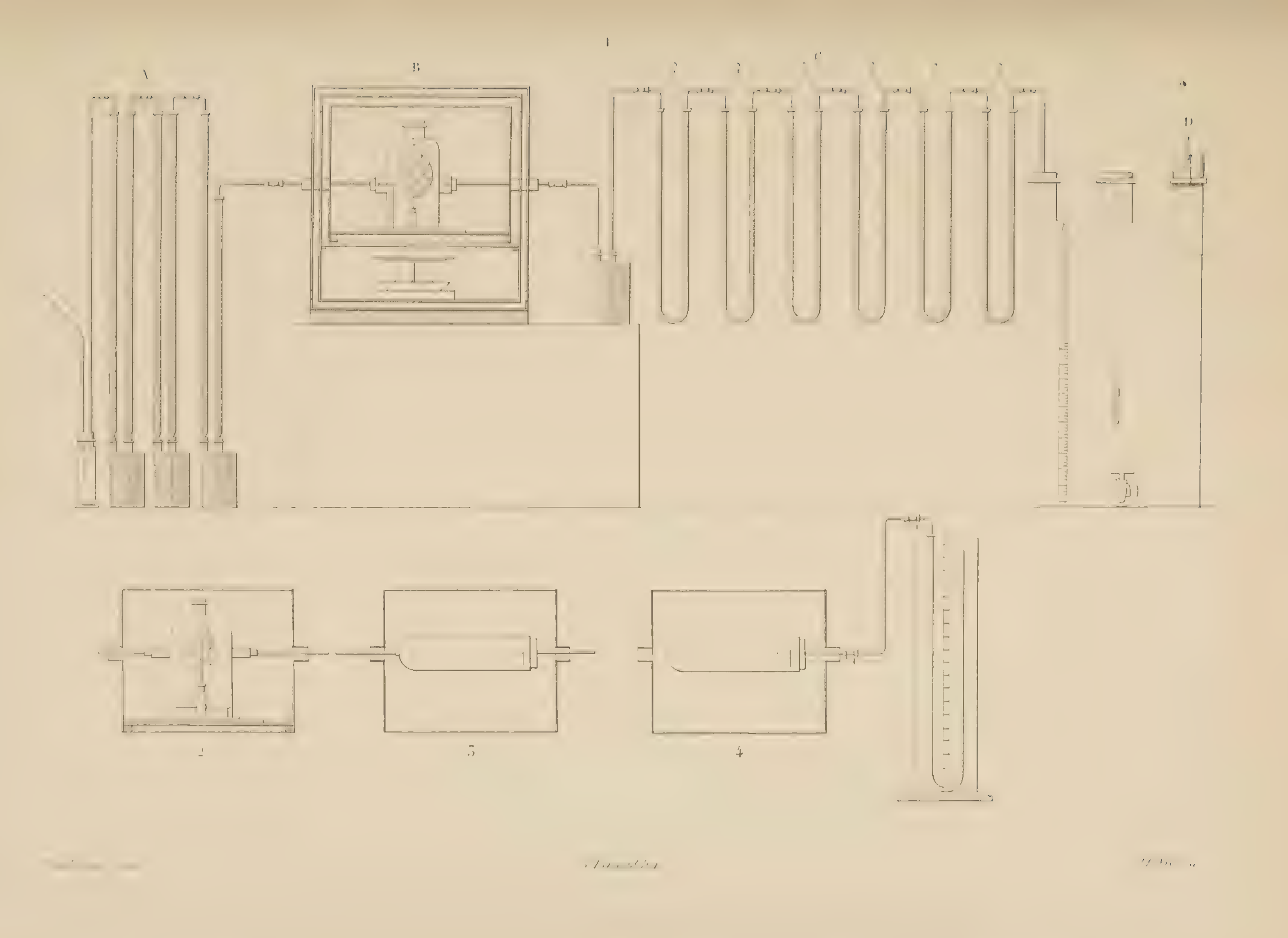


COUPE THEORIQUE D'UN ŒUF DE POULE GROSSI

Par M.M. Baudrimont et Martin S.t A.

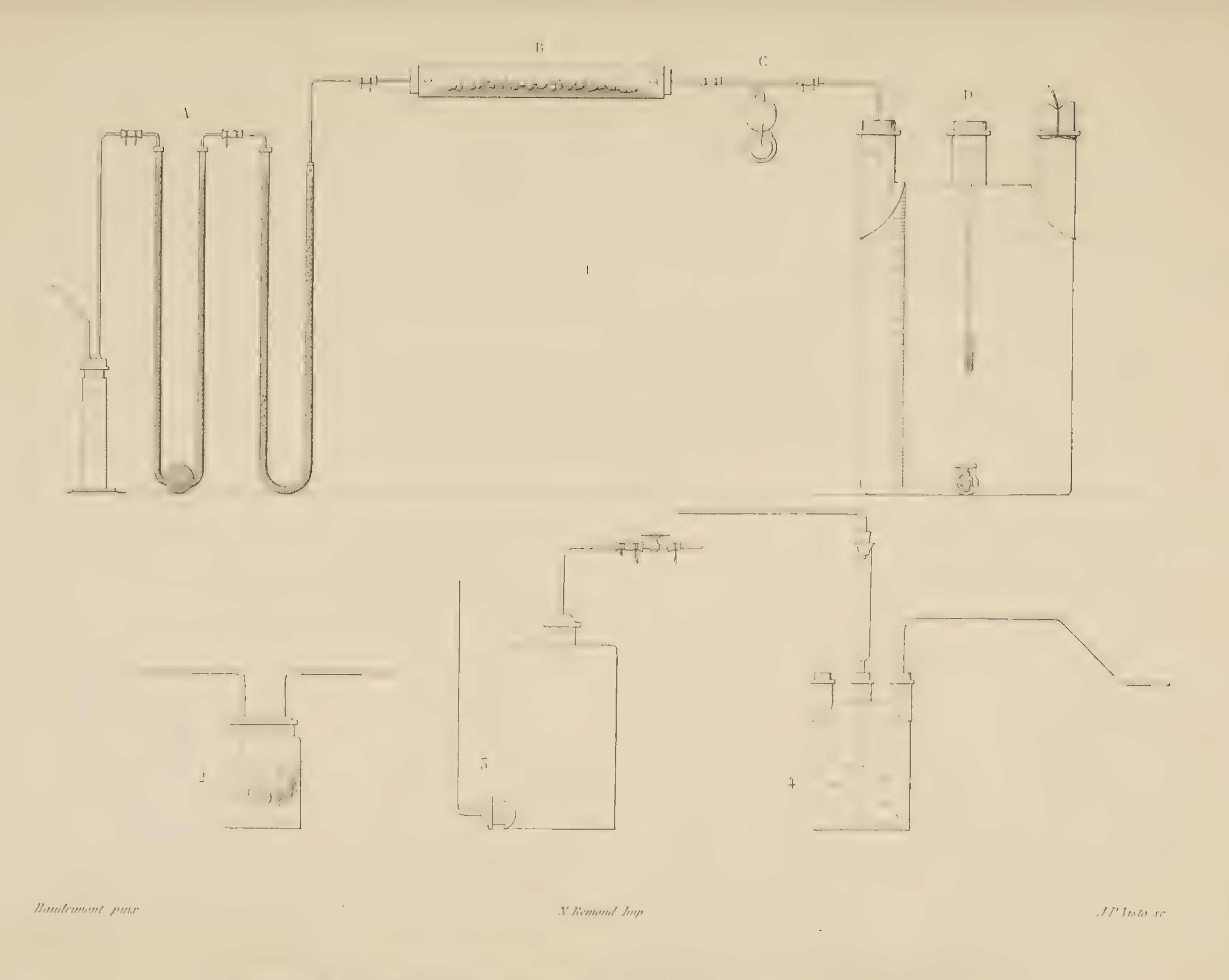


COUPE THÉORIQUE D'UN ŒUF DE POULE GROSSI



APPAREIL A COURANT CONTINU ET DÉTAILS RELATIFS A L'ÉTUVE ET AU MONOMÈTRE

(Par M.M. Baudrumont et Martin St Ange.)



Baudrement pinx *N Remond Imp* *J.P. Justo sc*

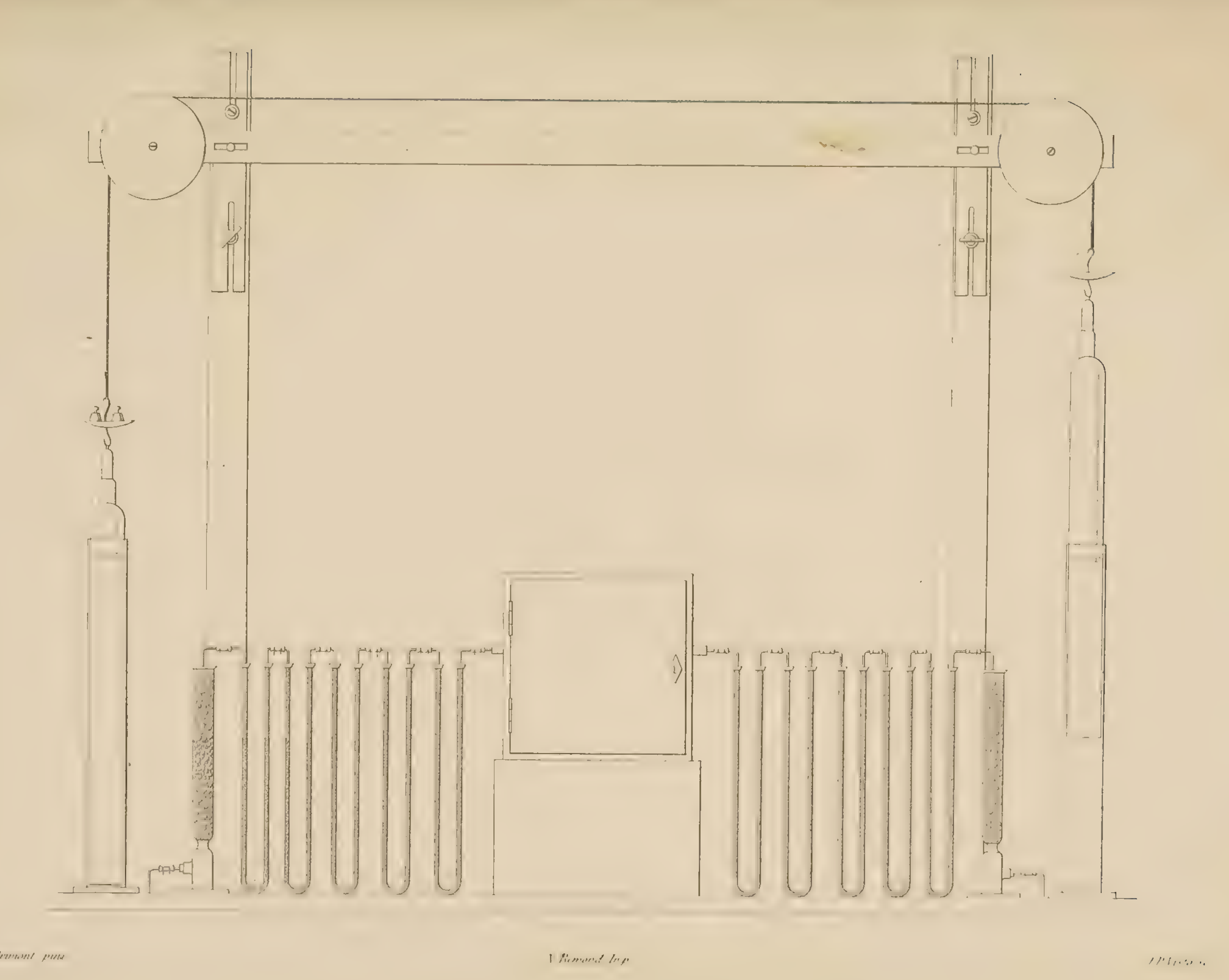
APPAREILS DIVERS. PHENOMENES DE L'EVOLUTION EMBRYONNAIRE &c.

D
D
C
C'
A
B
B

Baudrimont pinx. *N. Remond Imp.* *J. P. Visto sc.*

APPAREIL A COURANT ALTERNATIF SIMPLIFIÉ

(Par MM. Baudrimont et Martin St Ange)



Baudrimont pinx. — Lemercier Imp.

APPAREIL COMPLET A COURANT ALTERNATIF

(Par MM Baudrimont et Martin St Ange)


SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 00723 6037